



Universidade de Aveiro
Ano 2013

Departamento de Ambiente e Ordenamento

**Maria de Fátima Pinto
Monteiro**

**Discretização Espacial do Inventário Nacional de
Emissões Atmosféricas**



**Maria de Fátima Pinto
Monteiro**

**Discretização Espacial do Inventário Nacional de
Emissões Atmosféricas**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Prof.^a Doutora Alexandra Monteiro, Professora Auxiliar convidada da Universidade de Aveiro, e coorientação científica da Doutora Joana Ferreira, Estagiária de Pós Doutoramento - Centro de Estudos do Ambiente e do Mar – CESAM, do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

Este trabalho foi financiado por fundos FEDER, através do programa operacional fatores de competitividade (COMPETE) e por fundos nacionais, através da Fundação para a Ciência e Tecnologia, no âmbito do projeto BIOGAIR (PTDC/AAC-AMB/103866/2008; FCOMP-01-0124-FEDER-008587)

Dedico este trabalho aos meus avós Olívia e Jorge.

Agradecimentos

A realização desta dissertação apenas foi possível graças ao apoio de várias pessoas, por quem não poderia deixar de expressar os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha orientadora, Professora Alexandra Monteiro e coorientadora, Professora Joana Ferreira, que se mostraram sempre disponíveis na orientação e apoio deste trabalho, tendo, inclusive, partilhado comigo a realização de algumas tarefas mais exaustivas. Um muito obrigada por todo o tempo que despenderam comigo e por todos os valiosos comentários e sugestões que me concederam.

Dirijo, também, um sincero agradecimento aos meus pais, que sempre me deram incentivo e o seu apoio incondicional, não só na realização desta dissertação mas em todo o meu percurso académico.

Agradeço à minha irmã, Conceição, por toda a paciência em momentos mais difíceis e por todas as trocas de ideias e opiniões, bastante úteis para a concretização deste trabalho.

Tenho ainda de direccionar um enorme agradecimento aos meus amigos, por todo o companheirismo, apoio e compreensão que me dedicaram ao longo destes meses, especialmente aos Mestres Ricardo e Tiago, que compartilharam comigo as suas experiências na elaboração de uma dissertação e me prestaram o seu auxílio sempre que necessitei.

O júri

Presidente

Prof.^a Doutora Teresa Filomena Vieira Nunes
Professora Associada, Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Nelson Augusto Cruz de Azevedo Barros
Professor Associado, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa

Doutora Maria Alexandra Castelo Sobral Monteiro
Professora Auxiliar Convidada, Universidade de Aveiro

Doutora Joana Cardoso Ferreira
Estagiária de Pós-Doutoramento, CESAM – Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Palavras-chave

Poluição atmosférica, inventário de emissões, discretização por freguesia, setores de atividade.

Resumo

A correta avaliação da qualidade do ar depende de uma caracterização detalhada das emissões atmosféricas. Em Portugal, é elaborado anualmente, pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas (INERPA) que compila os totais de emissões atmosféricas de poluentes gasosos e particulados ao nível do concelho e por setor de atividade. Contudo, esta informação pode nem sempre ser a mais correta, quando se pretende efetuar uma análise mais pormenorizada, ao nível de uma freguesia ou de um local. Na presente dissertação é efetuada uma análise das emissões atmosféricas a nível de freguesia e por setor de atividade, através da desagregação espacial do atual Inventário de Emissões Atmosféricas, referente a 2009, e seguindo uma metodologia “top-down”.

A elaboração deste trabalho envolveu várias etapas. Numa fase inicial, foi analisada a evolução temporal, de 2003 a 2009, das emissões totais por fontes naturais e antropogénicas, e por setor de atividade, de cada poluente englobado no inventário. Esta análise permitiu concluir quais as atividades que mais contribuem para a emissão de poluentes. Numa fase seguinte, procedeu-se à pesquisa e seleção dos indicadores sócio-económicos mais adequados para utilizar como fatores de desagregação, para cada setor de atividade. Finalmente, foi realizada a discretização das emissões, isto é, a desagregação das emissões por freguesia, utilizando o software SIG para análise e tratamento dos dados.

Relativamente à tendência evolutiva das emissões entre o período de 2003 a 2009, conclui-se que existem poluentes como o dióxido de enxofre, dióxido de carbono e o óxido nítrico que apresentam uma diminuição significativa ao longo dos anos em estudo, refletindo os resultados positivos da implementação de estratégias de controlo de efluentes gasosos. No entanto, essa tendência não é visível em todos os poluentes, o que traduz a necessidade de um maior detalhe nos dados de emissão, de modo a perceber-se onde e como atuar de forma mais eficaz.

Para a desagregação espacial, foram selecionados os indicadores sócio-económicos, disponíveis por freguesia (como o total de indivíduos residentes, o número de indústrias por freguesia, a superfície agrícola utilizada, etc.). Verificou-se que a discretização efetuada tendo por base indicadores sócio-económicos é bastante distinta de uma desagregação feita unicamente tendo por critério a área da freguesia. Este facto é compreensível principalmente quando se trata de setores relacionados com a indústria, em que a grande quantidade de emissões estimadas provém do local onde o complexo industrial se encontra. Este trabalho revela, assim, a importância dos indicadores usados na aplicação de uma metodologia “top-down” para aumento da resolução de um inventário de emissões, fundamental para uma análise mais detalhada das fontes emissoras e suporte a estudos de modelação e estratégias de redução de emissões atmosféricas.

Keywords

Atmospheric pollution, emissions inventory, spatial disaggregation, activity sector

Abstract

The correct evaluation of air quality depends on a detailed characterization of atmospheric emissions. In Portugal, the Portuguese Environment Agency (APA) produces every year the National Atmospheric Emissions Inventory (INERPA) that compiles total atmospheric emissions of gaseous and particulate pollutants per municipality and per activity sector. However, this information may not always be completely accurate when a more detailed analysis, by submunicipality or place, is required. In this dissertation a study of the emissions, by submunicipality and by sector, was made through the spatial disaggregation of the current National Emissions Inventory, for 2009, and following a "top-down" methodology.

During the development of this project several tasks were carried out. Firstly, the analysis of the pollutant emissions trends, by natural and anthropogenic sources, was performed, from 2003 to 2009, for total emissions and by activity sector. This analysis allowed obtaining the main activities currently responsible for pollutant emissions. The following step was the selection of the most appropriate socio-economic indicators to use as disaggregation factors for each activity sector. The selected socio-economic indicators included total resident population, the number of industries by submunicipality, the agricultural area, etc. Emissions were discretized by submunicipality using GIS software.

The analysis of the emissions trend in the period between 2003 and 2009 shows there are pollutants (such as sulphur dioxide, carbon dioxide and nitrous oxide) which have a significant decrease over the years, as a result of the implementation of control strategies of gaseous effluents. However, this trend is not visible for all pollutants, reflecting the need for a greater detail in emissions data, in order to understand where and how to act more effectively.

From the analysis of results, it can be concluded that the discretization performed by submunicipality is quite different from a disaggregation by municipality. This is expected especially for the sectors related to the industry, where emissions are allocated to the specific industrial sources location. This work reveals the importance of the indicators used in the application of a methodology "top-down" to increase the resolution of an emissions inventory, essential for a more detailed analysis of emission sources and to support modelling studies and emissions reduction strategies.

Índice

Lista de Figuras.....	iii
Lista de Tabelas.....	v
1. Introdução.....	1
2. Inventariação de Emissões Atmosféricas	5
2.1 Legislação.....	7
2.2 Metodologias de Inventariação.....	9
2.3 Inventário Nacional INERPA	11
3. Inventários Nacionais (2003 a 2009)	17
3.1 Análise evolutiva de emissões por fontes naturais e antropogénicas	18
3.2 Análise evolutiva das emissões dos poluentes por setor	24
4. Desagregação espacial das emissões	31
4.1 Metodologia.....	33
4.2 Discretização do Inventário Nacional de Emissões de 2009	38
4.2.1 SNAP 2 – Combustão residencial e comercial	38
4.2.2 SNAP 3 – Combustão Industrial	46
4.2.3 SNAP 4 – Processos de Produção.....	56
4.2.4 SNAP 6 – Uso de solventes.....	64
4.2.5 SNAP 9 – Tratamento e Eliminação de Resíduos.....	67
4.2.6 SNAP 10 – Agricultura e Pecuária	75
5. Análise Global: Análise comparativa das emissões por freguesia e por concelho.....	81
6. Conclusões	105
Referências.....	109
Anexo A1– Relação entre os códigos IPPC e E-PRTR.....	115
Anexo A2 – Relação entre os códigos IPPC e SNAP.....	119
Anexo B – Desagregação das emissões provenientes do SNAP 3 através do “número de indústrias por freguesia”.....	121

Anexo C – Distribuição das emissões totais (com e sem fontes naturais) por concelho	127
Anexo D – Tipo de indústrias transformadoras nos concelhos com maiores emissões de poluentes pelo SNAP 4.....	135

Lista de Figuras

Figura 1. Grelha EMEP (INERPA, 2011)	11
Figura 2. Processo para realização do inventário nacional (INERPA, 2011)	13
Figura 3. Fontes pontuais consideradas no inventário de 2009 (INERPA, 2011)	15
Figura 4. Evolução temporal das emissões por fontes naturais e antropogénicas dos poluentes clássicos, para os anos 2003, 2005, 2007, 2008 e 2009	19
Figura 5. Evolução temporal das emissões totais por fontes naturais e antropogénicas dos metais pesados para os anos 2003, 2005, 2007, 2008 e 2009	21
Figura 6. Evolução temporal das emissões totais por fontes naturais e antropogénicas dos GEE para os anos 2005, 2007, 2008 e 2009	22
Figura 7. Evolução temporal das emissões dos poluentes clássicos, por setor de atividade, para os anos 2003, 2005, 2008 e 2009	25
Figura 8. Evolução temporal de emissões de metais pesados por setor de atividade, para os anos 2003, 2005, 2008 e 2009	28
Figura 9. Evolução temporal das emissões de GEE por setor de atividade, para os anos 2005, 2008 e 2009	29
Figura 10. Indivíduos Residentes [a] e Indivíduos Residentes Empregados no Setor Secundário [b] por freguesia.....	34
Figura 11. Distribuição das Industrias Transformadoras por freguesia.....	36
Figura 12. Superfície Agrícola Utilizada (ha) por freguesia	37
Figura 13. Desagregação das emissões dos poluentes clássicos [a] SO ₂ , [b] NO ₂ , [c] COVNM e [d] PM10 por freguesia, para o SNAP 2.	39
Figura 14. Desagregação das emissões de Cd [a], Hg [b] e Pb [c] por freguesia, para a SNAP 2.	42
Figura 15. Ampliação da distribuição espacial das emissões de Cd ([a.1] Porto e Braga e [a.2] Lisboa e Setúbal) e das emissões de Hg ([b.1] Porto e Braga e [b.2] Lisboa e Setúbal)	43
Figura 16. Desagregação das emissões de CH ₄ [a], CO ₂ [b] e N ₂ O [c] por freguesia, para o SNAP 2.....	44
Figura 17. Desagregação das emissões de SO ₂ [a], NO ₂ [b], NH ₃ [c], COVNM [d] e PM10 [e] por freguesia para o SNAP3.....	47
Figura 18. Ampliação para a zona Centro dos mapas obtidos pela desagregação das emissões de NO ₂ utilizando o indicador "indivíduos residentes empregados no setor secundário" [a] e "nº de indústrias por freguesia" [b].	49
Figura 19. Desagregação das emissões de Cd [a], Hg [b], Pb [c] por freguesia para o SNAP3....	51

Figura 20. Desagregação das emissões de CH ₄ [a], CO ₂ [b], N ₂ O [c] por freguesia, para o SNAP3	53
Figura 21. Freguesias com maiores emissões de CO ₂ provenientes do SNAP 3.....	54
Figura 22. Desagregação das emissões de SO ₂ [a] e NO ₂ [b], por freguesia, para o SNAP 4.	56
Figura 23. Desagregação das emissões de NH ₃ [a], COVNM [b] e PM10 [c], por freguesia, para o SNAP 4.....	57
Figura 24. Freguesias com maiores emissões de PM10 provenientes do SNAP 4.....	60
Figura 25. Desagregação das emissões de CH ₄ [a], CO ₂ [b] e N ₂ O [c], por freguesia, para o SNAP 4.....	61
Figura 26. Freguesias com maiores emissões de CO ₂ provenientes do SNAP 4.....	62
Figura 27. Ampliação da desagregação das emissões de N ₂ O na zona litoral centro.....	63
Figura 28. Desagregação das emissões de COVNM [a] e de CO ₂ [b], por freguesia, para o SNAP 6.....	65
Figura 29. Freguesias com maiores emissões de COVNM provenientes do SNAP 6	66
Figura 30. Desagregação das emissões de NO ₂ [a], NH ₃ [b], COVNM [c] e PM10 [d], por freguesia, para o SNAP 9.	68
Figura 31. Freguesias com maiores emissões de NO ₂ , NH ₃ , COVNM e PM10, provenientes do SNAP 9.....	69
Figura 32. Desagregação das emissões de Pb, por freguesia, para a SNAP 9.....	70
Figura 33. Desagregação das emissões de CH ₄ , CO ₂ e N ₂ O por freguesia, para a SNAP 9.....	72
Figura 34. Ampliação da distribuição espacial das emissões de CH ₄ nas zonas do Norte e Centro	73
Figura 35. Desagregação das emissões de NH ₃ [a] e COVNM [b], por freguesia, para o SNAP 10.	75
Figura 36. Freguesias com maiores emissões de NH ₃ provenientes do SNAP 10.....	76
Figura 37. Ampliação da distribuição espacial das emissões de COVNM pelo SNAP 10, na zona litoral norte.....	77
Figura 38. Desagregação das emissões de Cd [a] e Pb [b], por freguesia, para o SNAP 10	77
Figura 39. Desagregação das emissões de CH ₄ [a] e N ₂ O [b], por freguesia, para o SNAP 10	78
Figura 40. Distribuição das emissões totais de SO ₂ por concelho [a] e por freguesia [b] em 2009	82
Figura 41. Freguesias com maiores emissões totais de SO ₂	83
Figura 42. Distribuição das emissões totais de NO ₂ por concelho [a] e por freguesia [b].....	84
Figura 43. Freguesias com maiores emissões totais de NO ₂	85
Figura 44. Distribuição das emissões totais de NH ₃ por concelho [a] e por freguesia [b].....	86

Figura 45. Freguesias com maiores emissões totais de NH_3	87
Figura 46. Distribuição das emissões totais de COVNM por concelho [a] e por freguesia [b]	88
Figura 47. Freguesias com maiores emissões de COVNM	89
Figura 48. Distribuição das emissões totais de PM10 por concelho [a] e por freguesia [b]	90
Figura 49. Freguesias com maiores emissões totais de PM10	91
Figura 50. Distribuição das emissões totais de Cd por concelho [a] e por freguesia [b]	92
Figura 51. Freguesias com maiores emissões de Cd	93
Figura 52. Distribuição das emissões totais de Hg por concelho [a] e por freguesia [b]	94
Figura 53. Freguesias com maiores emissões totais de Hg	95
Figura 54. Distribuição das emissões totais de Pb por concelho [a] e por freguesia [b]	96
Figura 55. Freguesias com maiores emissões totais de Pb	97
Figura 56. Distribuição das emissões totais de CH_4 por concelho [a] e por freguesia [b]	98
Figura 57. Freguesias com maiores emissões totais de CH_4	99
Figura 58. Distribuição das emissões totais de CO_2 por concelho [a] e por freguesia [b]	100
Figura 59. Freguesias com maiores emissões totais de CO_2	101
Figura 60. Distribuição das emissões totais de N_2O por concelho [a] e por freguesia [b]	102
Figura 61. Freguesias com maiores emissões totais de N_2O	103

Lista de Tabelas

Tabela 1. Categorias NFR (URL2)	12
Tabela 2. Relação entre a classificação SNAP e NFR	24
Tabela 3. Indicadores sócio-economicos selecionados para cada setor de atividade	33

1. Introdução

“One hundred and fifty years ago, the monster began, this country had become a place of industry. Factories grew on the landscape like weeds. Trees fell, fields were up-ended, rivers blackened. The sky choked on smoke and ash, and the people did, too, spending their days coughing and itching, their eyes turned forever toward the ground. Villages grew into town, towns into cities. And people began to live on the earth rather than within it.”

— Patrick Ness, *A Monster Calls*

A poluição atmosférica não é um processo recente, nem da inteira responsabilidade do Homem. A própria natureza emite, constantemente e desde há milhões de anos, gases e materiais resultantes de atividade vulcânica e de tempestades. Contudo, é necessário reconhecer que a atividade humana intensificou a degradação da qualidade do ar, devido à emissão contínua de grandes quantidades de substâncias poluentes (INEA, 2013).

Vários países europeus, nas últimas décadas, têm experienciado um enorme aumento na procura de energia, na produção industrial e no uso de meios de transporte. O crescimento destas pressões ambientais, levou, por sua vez, a uma maior quantidade de queima de combustíveis fósseis e a atividades agrícolas mais intensas, contribuindo para a poluição atmosférica (Adams, 2008).

Durante vários anos não existiu nenhum tipo de controlo dos efluentes gasosos lançados para a atmosfera provenientes de atividades antropogénicas. Somente após a ocorrência de vários incidentes derivados da poluição atmosférica, como o “Grande Nevoeiro de Londres”, que matou mais de 4000 pessoas em 1952, é que a preocupação com os problemas atmosféricos começou a surgir na sociedade. Em resposta a esta situação, iniciaram-se vários estudos com o intuito de encontrar medidas que diminuíssem o risco destes acidentes sucederem novamente, levando assim à criação de instrumentos de controlo de emissões de poluentes e à implementação de políticas ambientais.

A poluição pode ter origem em fontes naturais, como o solo, animais, vulcões, plantas, entre outras; ou em fontes antropogénicas, decorrendo da atividade humana, que incluem maioritariamente os meios de transporte e as instalações industriais.

Entre o período de 2001 a 2010 houve uma diminuição da emissão de alguns dos principais poluentes na Europa, resultando numa melhoria da qualidade do ar em algumas regiões. No entanto, continua a existir uma grande parte da população que vive em áreas onde se verifica constantemente a excedência dos valores limite de alguns poluentes, sendo este um fator de risco para a saúde humana e para os ecossistemas (EEA, 2012).

Apesar de a investigação em curso na Europa e em Portugal refletir a preocupação da comunidade científica com as questões da poluição atmosférica, denota-se a necessidade de uma maior interligação das várias áreas de investigação – meteorologia, emissões e qualidade do ar, exposição e saúde humana (Ferreira, 2007).

Desta forma, é necessário que haja um controlo rigoroso da quantidade de emissões e do tipo de poluentes emitidos em cada região, bem como das fontes de onde estes provêm, sendo assim possível o desenvolvimento de estratégias de gestão de qualidade do ar eficazes, visando a proteção da saúde humana.

Em Portugal, para atingir este objetivo, são elaborados, anualmente, pela APA (Agência Portuguesa do Ambiente) inventários que compilam os totais de emissões atmosféricas de poluentes gasosos e particulados ao nível do concelho e por setor de atividade (URL 1). Contudo, esta informação pode nem sempre ser a mais correta, quando se pretende efetuar uma análise mais pormenorizada, como a nível de uma freguesia ou de um local.

O objetivo desta dissertação é efetuar uma discretização espacial do atual Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas, relativo ao ano 2009, para cada setor de atividade, seguindo uma metodologia “top-down”, de forma a obter uma informação mais detalhada em relação às emissões em termos de distribuição espacial.

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos. No capítulo 2 é detalhado o processo de inventariação das emissões atmosféricas e de que forma é útil no controlo da qualidade do ar. É abordada a legislação atual relativa aos inventários, e os tipos de metodologia existentes para a sua elaboração.

O capítulo 3 é dedicado à análise dos dados de emissões por poluente, no que diz respeito à sua evolução temporal, ao longo do período de estudo. Neste capítulo é ainda apresentada

uma análise evolutiva das emissões dos poluentes, para o mesmo período de tempo, mas ao nível de setor de atividade, podendo-se assim concluir quais as atividades que mais contribuem para a emissão de poluentes.

No capítulo 4 procede-se à pesquisa e recolha dos indicadores mais adequados, e posteriormente à utilização dos mesmos para efetuar a desagregação das emissões por freguesia. É explicada a metodologia utilizada para efetuar a discretização, e são apresentados os resultados obtidos, mais concretamente, o mapeamento das emissões de poluentes por freguesia, para cada setor de atividade.

No capítulo 5 são discutidos os principais resultados e feita uma análise global do panorama nacional relativamente às emissões atmosféricas, comparando as emissões totais de cada poluente por freguesia e por concelho. Finalmente, no sexto capítulo são apresentadas as conclusões da dissertação.

2. Inventariação de Emissões Atmosféricas

Os inventários de emissões atmosféricas são instrumentos que permitem analisar a quantidade de poluentes emitidos para a atmosfera durante um determinado período de tempo, bem como a sua natureza e localização (ou seja, “o quê”, “quanto”, “quando” e “onde”), sendo a base essencial para todos os programas de gestão da qualidade do ar, segundo a *European Environment Agency* - EEA. Os inventários permitem avaliar a qualidade do ar numa determinada região e relaciona-la com os diferentes setores de atividade, transmitindo assim informação atualizada acerca das emissões de poluentes nessa região, e possibilitando o desenvolvimento de estratégias de controlo da qualidade do ar, quer a nível nacional como regional. Uma das aplicações comuns de um inventário de emissões atmosféricas é como dado de entrada na modelação atmosférica, juntamente com os dados meteorológicos. A modelação atmosférica permite, por exemplo, prever as concentrações de determinados poluentes ao nível do solo, o que possibilita o aviso e a tomada de medidas em tempo útil em caso de risco (Casares *et al*, 2005; CCDR-LVT, 2006). Assim, um inventário de emissões tem duas importantes aplicações: Política (pela submissão nacional dos dados do inventário seguindo as obrigações internacionais de convenções e protocolos) e Científica (avaliando as pressões a que o ambiente está sujeito, concentrações de poluentes atmosféricos e possíveis impactos) (Pulles, 2010).

A elaboração correta de um inventário implica que este obedeça a determinadas características, como ser **completo**, ou seja, que englobe todas as fontes para cada poluente; **comparável** relativamente a outros anos e a outros inventários, **consistente** na forma como trata os dados e apresenta os resultados, **transparente**, permitindo a sua verificação, e **preciso** (Van Aardenne, 2002).

A origem dos inventários nos Estados Unidos é muito anterior à da Europa, dado que primeiras publicações, de que se tem conhecimento, com orientações sobre fatores de emissão, datam de 1968 (Casares *et al*, 2005). Em Portugal, os primeiros inventários de emissões atmosféricas surgiram nos anos oitenta, no âmbito do Plano Estratégico Nacional e do programa OCDE (*Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico*). No entanto, estes inventários estavam limitados a um reduzido conjunto de poluentes, tais como NO_x (Óxidos de Azoto), SO_x (Óxidos de Enxofre) e COV (Compostos Orgânicos Voláteis) e a reduzidas fontes emissoras

(essencialmente emissões de combustão). Em 1992 foi realizado um inventário para o programa CORINAIR90 (*CORe INventory AIR emissions*) e para a UNECE (*United Nations Economic Commission for Europe*)/EMEP (*European Monitoring and Evaluation Programme*), bastante mais abrangente compreendendo os poluentes NO_x, SO_x, COVNM (Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos), CH₄ (Metano), CO (Monóxido de Carbono), CO₂ (Dióxido de Carbono), N₂O (Óxido Nitroso) e NH₃ (Amónia), resultando numa melhoria significativa na metodologia, grau de cobertura e na própria disseminação. O conjunto de atividades antropogénicas abrangidas também aumentou, passando a incluir atividades como armazenagem e distribuição de combustíveis fósseis, processos industriais, uso de solventes, agricultura e pecuária, resíduos urbanos e industriais e ainda emissões associadas à vegetação (emissões biogénicas e fogos florestais) (NIR, 2013).

De acordo com a metodologia CORINAIR consideraram-se dois tipos de fontes poluidoras: grandes fontes pontuais, como atividades de carácter industrial de grande dimensão; e fontes em área relativas a atividades poluidoras de carácter difuso e pontual mas de pequena dimensão, divididas nas seguintes categorias: combustão residencial e comercial, combustão industrial, processos de produção, transportes rodoviários, aeroportos, outras fontes móveis, extração e distribuição de combustíveis, tratamento e deposição de resíduos, agricultura e ainda a floresta (Monteiro *et al*, 2001).

Face aos compromissos comunitários e internacionais assumidos relativamente à UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*), à UNECE e à Diretiva relativa aos Tetos Nacionais de Emissões, a APA submete anualmente, desde 1992, o inventário nacional de emissões de poluentes atmosféricos para todo o território de Portugal, i.e, Portugal continental e as regiões autónomas da Madeira e dos Açores. Este inventário encontra-se disponível ao público através do site da APA (<http://www.apambiente.pt>) em formato digital.

Nas subsecções seguintes serão abordadas as principais medidas legislativas relativas à realização e manutenção de inventários em Portugal, as metodologias de inventariação e ainda a análise dos vários fatores envolvidos no INERPA (*Inventário Nacional de Emissões de Poluentes Atmosféricos*), expondo os procedimentos adotados pela APA para a sua elaboração.

2.1 Legislação

A poluição atmosférica é uma das áreas ambientais em que a União Europeia (UE) se tem mostrado mais empenhada, especialmente na concepção e implementação de legislação relativa à poluição atmosférica e à restrição da emissão de poluentes para a atmosfera (Borrego *et al*, 2011).

De acordo com algumas convenções e protocolos internacionais, os partidos concordaram em apresentar regularmente inventários de emissões. Desta forma, a UE tem vindo a desenvolver legislação derivada destas convenções e protocolos internacionais, em que os inventários de emissões são usados na (Pulles, 2010):

- Identificação e caracterização de um problema de política ambiental;
- Negociação de metas de redução de emissões;
- Acompanhamento da evolução no sentido de cumprir as metas estabelecidas.

Assim, como já foi mencionado anteriormente, o inventário de emissões atmosféricas é elaborado anualmente de modo a cumprir as obrigações nacionais e internacionais, ao apresentar as informações relativas aos dados de emissão à UNFCCC e à CLRTAP (*Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*) (Coenen, 2008).

A UNFCCC tem como objectivo a estabilização das concentrações na atmosfera de gases com efeito de estufa a um nível que evite que a interferência antropogénica cause danos no sistema climático. Assim, esta convenção visa a adaptação natural dos ecossistemas às alterações climáticas, de forma a garantir que a produção de alimentos não seja ameaçada e que o desenvolvimento económico prossiga de uma forma sustentável (Decreto-Lei n.º 20/93). Como consequência desta convenção, surgiu o Protocolo de Quioto (UNFCCC, 1997), que estabelece compromissos rígidos para a redução da emissão dos GEE (Gases com Efeito Estufa). Ao abrigo desta convenção, Portugal comprometeu-se a desenvolver, atualizar periodicamente, publicar e facultar à Conferência, a inventariação das suas emissões antropogénicas a nível nacional, por poluente e tipo de fonte, apresentadas no NIR (*National Inventory Report*).

O primeiro instrumento multilateral para reduzir as emissões a longa distância foi a CLRTAP, que, em 1979, foi assinada por 32 Estados Membros da UNECE, na Europa e América do Sul (Karvosenoja, 2008), a que Portugal se juntou em 1995. Esta convenção tem como objetivo

controlar e reduzir as emissões de SO₂ (Protocolo de Helsinki (UNECE, 1985) e Protocolo de Oslo (UNECE, 1994)), NO_x (Protocolo de Sofia (UNECE, 1988)), COV (Protocolo de Génova (UNECE, 1991)), geradas por atividades antropogénicas e susceptíveis de provocar efeitos nocivos sobre a saúde humana, ecossistemas naturais, materiais e culturas, devido à acidificação, eutrofização ou ao ozono troposférico (em que o seu controlo é referido no Protocolo de Gotemburgo (UNECE, 1999)) a nível do solo, em resultado do transporte atmosférico transfronteiriço a longa distância (Decreto-Lei n.º 20/2004). Esta convenção definiu, ainda, as bases para o EMEP (UNECE, 1984), que tem como principal objetivo proporcionar informação verídica e cientificamente comprovada. Neste âmbito, Portugal comprometeu-se:

- a colocar a informação relativa às emissões nacionais disponível internacionalmente (no IIR – *Informative Inventory Report*),
- à investigação e acompanhamento da situação dos restantes estados membros,
- ao desenvolvimento de políticas e estratégias para combater a descarga de poluentes atmosféricos.

A Diretiva relativa aos Tetos de Emissões Nacionais (Diretiva 2001/81/CE) é um programa de obrigação que Portugal assumiu, ao nível das emissões. Tem por objetivo criar os mecanismos para limitar as emissões de poluentes acidificantes e eutrofizantes e de precursores de ozono (SO₂, NO_x, COV e NH₃), diminuindo assim, os riscos de efeitos nocivos consequentes da acidificação, da eutrofização dos solos e da concentração de ozono ao nível do solo.

A estrutura legal, institucional e processual que assegura a obtenção de estimativas de emissões de poluentes atmosféricos precisas, assim como o cumprimento das exigências de arquivo e documentação é a Resolução de Conselho de Ministros n.º 68/2005 de 17 de Março. Esta Resolução apresenta as características obrigatórias que devem constar na elaboração de um inventário, tais como: estimar as emissões e remoções atmosféricas; identificar os setores/categorias prioritários; quantificar as incertezas associadas ao cálculo das emissões; comunicar as emissões nos formatos reconhecidos pelas convenções e acordos internacionais e comunitários e nos formatos adequados aos planos nacionais; assegurar o cumprimento dos prazos definidos; aplicar procedimentos de controlo e garantia de qualidade. Como consequência destas obrigações, Portugal produz anualmente o INERPA. É com base neste inventário nacional de emissões e em projeções baseadas nos dados para ele recolhidos que se calculam metas, se estimam esforços de redução e se verifica o respetivo cumprimento.

2.2 Metodologias de Inventariação

O desenvolvimento de um inventário de emissões atmosféricas é um processo complexo, tendo em conta que a informação de base necessária se encontra dispersa e, por vezes, é de difícil obtenção e quantificação. Assim sendo, para alcançar resultados consistentes, os inventários podem ser elaborados assentando em dois tipos de metodologias distintas:

- a) Uma metodologia “top-down”, onde se calculam as emissões totais para uma dada região a partir dos dados disponíveis, e seguidamente, através de indicadores adequados, é feita a desagregação espacial e/ou temporal de forma a obter uma informação com maior resolução.
- b) Uma metodologia “bottom-up”, em que são determinadas as estimativas das emissões para uma área geográfica bem caracterizada, sendo conhecidos todos os dados necessários para o seu cálculo. Esta metodologia permite, à partida, a obtenção de resultados bastante precisos e com elevada resolução, mas requer a disponibilidade de toda a informação necessária, com grande detalhe, o que nem sempre é possível (Borrego *et al*, 2009).

Para além de dar resposta a obrigações legais, os inventários devem permitir fornecer dados de entrada para a aplicação de modelos de qualidade do ar. A modelação permite o conhecimento e a compreensão dos fenómenos atmosféricos responsáveis pela poluição atmosférica e a estimativa dos níveis de poluentes em áreas onde não são medidas as suas emissões, servindo como instrumento de planeamento (Monteiro, 2003). Portanto, os inventários devem ser o mais precisos possível, de modo a proporcionar uma base sólida para a tomada de decisões relativas à qualidade do ar. Muitas das vezes os inventários de emissões utilizados para a modelação da qualidade do ar têm incertezas consideráveis nos seus valores de emissão, sendo responsáveis por grande parte dos erros nos resultados dos modelos. Este facto tem uma enorme relevância dado que esses resultados irão levar à escolha de políticas e de medidas que poderão ser pouco apropriadas para a resolução de problemas (Monteiro *et al*, 2007). Muitas vezes, esta inconsistência surge devido às discrepâncias existentes entre a abordagem “top-down” (macro) e “bottom-up” (micro), visto que para uma determinada escala espacial, as duas abordagens originam resultados diferentes. Desta forma, é importante que os modelos sejam aplicados a áreas com escalas de alta resolução relativamente ao tempo e espaço, bem como informação suficientemente pormenorizada em relação ao tipo de fontes de emissão (Chang *et al*, 2004).

No entanto, na maioria dos casos, e devido sobretudo à ausência de dados com elevado detalhe geográfico, a melhor opção para a elaboração de um inventário passa pela combinação das metodologias referidas anteriormente, recorrendo à abordagem “bottom-up” sempre que exista a informação necessária, e à técnica “top-down” nas restantes situações, permitindo assim a leitura da distribuição das emissões de poluentes atmosféricos de cada região e a identificação das zonas mais críticas e dos setores que mais contribuem para as emissões (Bultjes *et al*, 2006).

Relativamente à manutenção da documentação do inventário, a informação encontra-se devidamente arquivada, permitindo que este possa ser alterado quando necessário. No entanto, a APA tem-se confrontado com algumas limitações relativas ao armazenamento de grandes quantidades de dados, que se agravará futuramente com a implementação de melhorias de inventariação, tais como a especialização dos dados de emissão, conexão com programas de controlo e análise de incertezas. Deste modo, a reestruturação de inventariação encontra-se presentemente em estudo e discussão (IIR, 2013).

Na secção seguinte apresenta-se uma descrição mais detalhada do inventário INERPA, principal base de trabalho desta dissertação.

2.3 Inventário Nacional INERPA

Os inventários são geralmente disponibilizados, pela APA, dois anos após o ano a que se reportam. Atualmente, no site da agência, encontram-se disponíveis as emissões dos poluentes atmosféricos relativas aos anos 2003, 2005, 2007, 2008 e 2009. Este trabalho tem como base o INERPA 2009, que data de Novembro de 2011, e seguidamente é explicado como a APA procede para a sua elaboração.

No âmbito do compromisso que Portugal assumiu com a CLRTAP, a APA tem a obrigatoriedade de apresentar o inventário de emissões desagregado por setor de atividade “NFR” (*Nomenclature For Reporting*), descritos na Tabela 1, e segundo a grelha EMEP (50x50 km) representada na Figura 1 (INERPA, 2011).

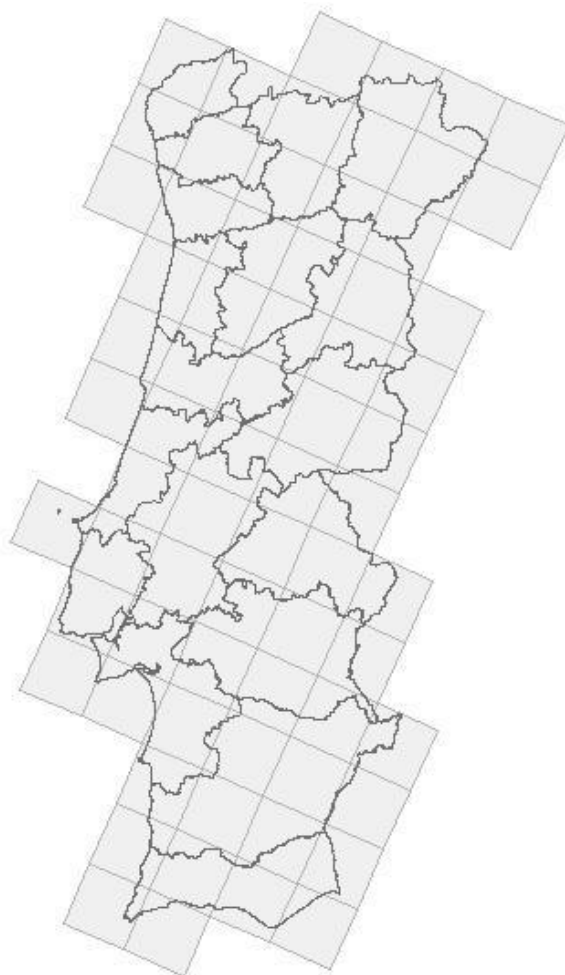


Figura 1. Grelha EMEP (INERPA, 2011)

Tabela 1. Categorias NFR (URL2)

Grupo NFR	Código	Categoria NFR
Produção de Energia	1 A 1 a	Produção de energia elétrica e calor
Combustão na Indústria	1 A 1 b	Refinação de petróleo
	1 A 1 c	Manufatura de combustíveis sólidos e outras indústrias de energia
	1 A 2	Indústrias de manufatura e construção
Pequenas fontes de combustão	1 A 4 a	Comercial/ institucional
	1 A 4 b	Residencial
	1 A 4 c i	Agricultura/ floresta/ pescas (fontes estacionárias)
Processos Industriais	2 A	Produtos minerais
	2 B	Indústria química
	2 C	Produção de metais
	2 D 1	Aglomerados de madeira
	2 D 2	Alimentação e bebidas
	2 G	Outros
Emissões fugitivas	1 B 1	Combustíveis sólidos
	1 B 2	Produtos petrolíferos e gás natural
	1 B 3	Outras
Uso de solventes	3 A	Aplicação de tintas
	3 B	Desengorduramento e limpeza a seco
	3 C	Processamento e manufatura de produtos químicos
	3 D	Outros
Transportes rodo/ferroviários	1 A 3 b	Rodoviários
	1 A 3 c	Ferrovários
Embarcações Nacionais	1 A 3 d ii	Transporte Marítimo
	1 A 3 c iii	Pescas
Fontes Móveis (fora da estrada)	1 A 4 c ii	Agricultura (fontes móveis)
	1 A 5 b	Militar
Aviação Civil (LTO)	1 A 3 a	Aviação civil
Deposição de resíduos no solo	6 A	Deposição de resíduos no solo
	6 D	Outros
Águas Residuais	6 B	Gestão de águas residuais
Incineração de resíduos	6 C	Incineração de resíduos
Pecuária	4 B	Gestão de estrumes
Agricultura	4 D 1	Emissões diretas para o solo
Resíduos agrícolas	4 F	Queima de resíduos agrícolas
Natural	11 B	Fogos florestais
	11 C	Outras

Para além desta nomenclatura, existem outras classificações das atividades usadas na elaboração de inventários, podendo seguir os códigos IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*) (Anexo A1 e Anexo A2), PRTR (*Pollutant Release and Transfer Register*) (Anexo A2) ou SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*). Esta última será a utilizada neste trabalho, dada a sua maior simplicidade e objetividade (tem um número reduzido de setores, o que é adequado à aplicação de modelos de qualidade do ar).

Apesar de ser a APA a entidade responsável pelo cálculo das emissões a nível nacional, várias outras instituições e agências contribuem no processo de inventariação, providenciando dados de atividade, suporte técnico e opiniões. A Figura 2 ilustra os principais passos e entidades envolvidas na elaboração de um inventário, traduzindo a metodologia “bottom-up”, relativa à estimativa dos dados de emissões a nível de concelho (INERPA, 2011).

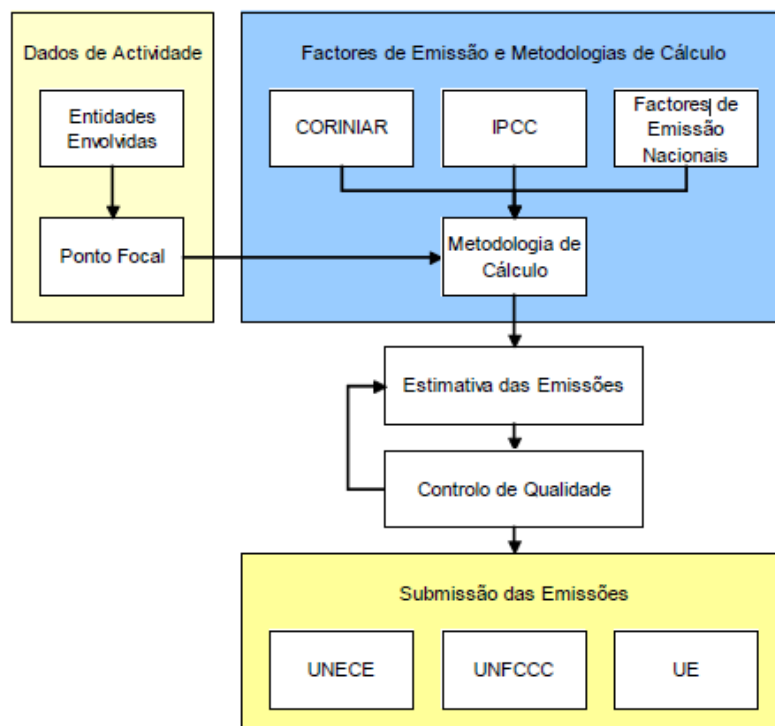


Figura 2. Processo para realização do inventário nacional (INERPA, 2011)

Seguidamente são descritos os processos de inventariação identificados na Figura 2, desde o planeamento até à sua aprovação final (NIR, 2013):

1. Elaboração de planos de garantia de qualidade e de sistemas de controlo de qualidade (QA/QC), onde são definidos os objetivos de qualidade;

2. Definição das prioridades no desenvolvimento do inventário, tendo em conta a revisão dos planos de garantia de qualidade;
3. Discussão e aprovação dos planos QA/QC;
4. Discussão e aprovação das prioridades no desenvolvimento do inventário;
5. Recolha de dados de base;
6. Implementação do plano de melhorias metodológicas;
7. Estimativas das emissões;
8. Implementação das revisões dos planos de QC;
9. Submissão do inventário aos FP (*Focal Points* - entidades de tutela sectorial que cooperam com a APA) e IE (*Involved Entities*- entidades públicas ou privadas, que sejam produtoras ou detentoras de informação relevante para o INERPA);
10. Aprovação oficial para a submissão do inventário no formato NFR (pelo presidente da APA);
11. Submissão oficial do inventário em formato NFR à Comissão Europeia;
12. Submissão do inventário preliminar em formato CRF (*Common Reporting Format*) e do NIR preliminar à Comissão Europeia;
13. Submissão do inventário em formato NFR aos FP e IE, para a revisão das alterações;
14. Aprovação oficial para a submissão do inventário em formato NFR à UNECE/CLRTAP (pelo presidente da APA);
15. Submissão oficial do inventário em formato NFR à UNECE/CLRTAP;
16. Submissão do inventário em formato CRF, do NIR e do IIR aos FP e IE para revisão;
17. Aprovação oficial para a submissão do inventário em formato CRF e do NIR para a Comissão Europeia (pelo presidente da APA);
18. Submissão do inventário em formato CFR e do NIR (versão final) à Comissão Europeia;
19. Submissão do IIR à UNECE/CLRTAP;
20. Submissão do inventário em formato CFR e do NIR (versão final) à UNFCCC.

Relativamente à informação obtida (através de diferentes origens), esta é guardada no seu formato original (papel ou digital), preservando assim a integridade dos dados originais. O processamento dos dados e a realização dos cálculos de emissões são feitos através de um sistema informático desenvolvido para responder às várias obrigações internacionais e necessidades nacionais (IIR, 2013).

No caso das fontes pontuais, estas foram identificadas na elaboração do INERPA, e são referentes às principais unidades industriais em Portugal. As suas emissões são determinadas

de forma individualizada, dependendo da disponibilidade de informação relativa aos dados de atividade em cada unidade. Em seguida é apresentada a Figura 3 com as fontes pontuais consideradas no inventário de emissões de 2009, separadas por tipo de setor industrial:

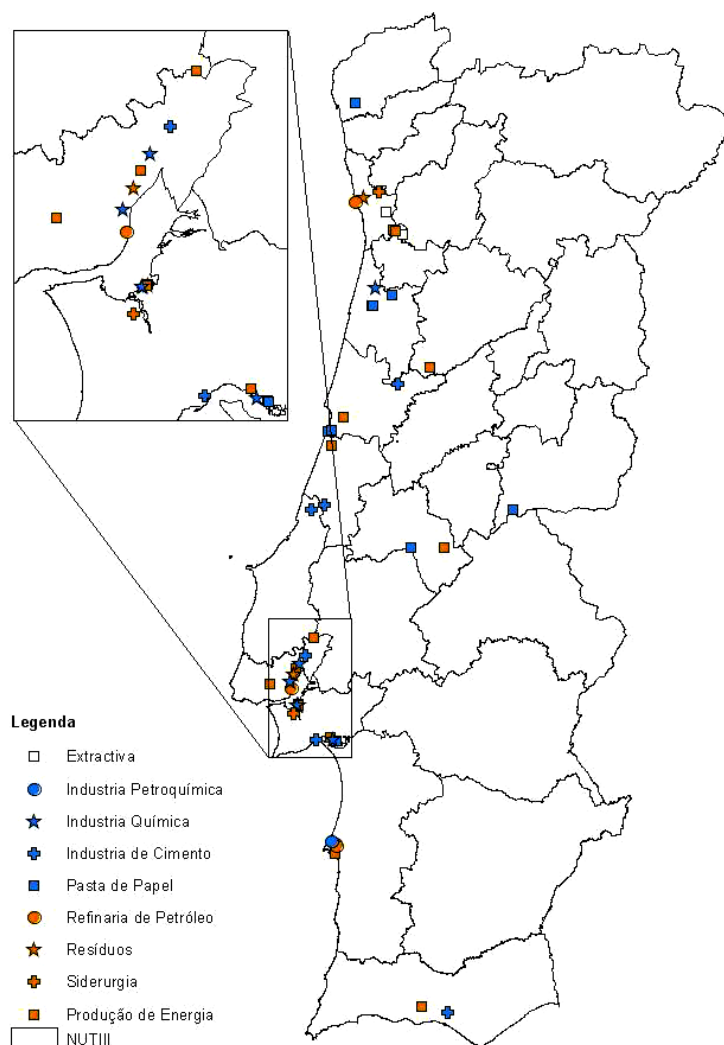


Figura 3. Fontes pontuais consideradas no inventário de 2009 (INERPA, 2011)

Analisando a Figura 3 pode-se constatar que a distribuição espacial das fontes pontuais apresenta uma tendência de um maior número de indústrias na zona do litoral, tal como a distribuição demográfica. Estas fontes pontuais consideradas no INERPA dividem-se da seguinte forma: duas indústrias extrativas, uma indústria petroquímica, cinco indústrias químicas, seis indústrias de cimento, oito indústrias de pasta de papel, três refinarias de petróleo, duas indústrias de resíduos, duas siderurgias e doze indústrias associadas à produção de energia.

3. Inventários Nacionais (2003 a 2009)

A disponibilidade de dados de emissões para um longo período de tempo permite analisar e perceber a evolução que as emissões dos poluentes têm sofrido ao longo dos anos, permitindo assim avaliar e aferir a qualidade e eficácia das políticas e instrumentos utilizados para o controlo da poluição. Neste capítulo foram compilados todos os inventários disponibilizados ao longo dos últimos anos, referentes a 2003, 2005, 2007, 2008 e 2009. Todos eles elaborados e da responsabilidade da APA, de forma a dar resposta às obrigações legais no domínio das emissões atmosféricas. Os poluentes abrangidos nestes inventários compreendem todas as espécies que podem causar maiores danos no ambiente ou na saúde humana, tais como o SO_2 , NO_2 (dióxido de azoto), NH_3 , COVNM, CO, metais pesados como chumbo (Pb), cádmio (Cd) e mercúrio (Hg), e ainda os GEE CH_4 , CO_2 e N_2O , embora estes últimos sejam apenas analisados no intervalo de tempo de 2005 a 2009, visto não existirem dados para os anos anteriores.

Neste capítulo será feita a análise da tendência das emissões dos poluentes estimados, entre o período de 2003 a 2009, período para o qual há dados disponíveis. Primeiramente são comparadas as emissões totais por fontes naturais e antropogénicas, e em seguida é feita a análise relativa às emissões por cada setor de atividade.

3.1 Análise evolutiva de emissões por fontes naturais e antropogénicas

Como já foi referido anteriormente, apesar das atividades antropogénicas terem tido uma grande responsabilidade no aumento da poluição atmosférica, desde sempre existiram emissões de poluentes por fontes naturais: de origem biogénica (vegetação), causadas por fogos florestais, provenientes de atividade vulcânica, etc.. Na Europa, as emissões provenientes de combustão e de processamento de combustíveis fósseis são bastante superiores às biogénicas ou por fontes naturais, no entanto, quando analisadas para um país individualmente, estas emissões têm grande importância. Uma das razões para incluir este tipo de emissões nos inventários é pelo facto destas poderem interagir com emissões por fontes antropogénicas, levando a efeitos prejudiciais (um desses exemplos é a formação do ozono, pela reação entre os COV e o NO_x) (Simpson *et al*, 1999).

Seguidamente, serão analisadas separadamente as emissões de fontes naturais e antropogénicas, de modo a perceber a contribuição de cada uma nas emissões totais dos poluentes.

A Figura 4 refere-se à evolução das emissões totais dos poluentes “clássicos”, como o SO₂, NO₂, NH₃, COVNM, CO e PM₁₀, para os anos com inventários de emissões disponíveis. Analisando os gráficos, é possível notar que apenas os poluentes NO₂ e PM₁₀ não mostram uma tendência de redução de emissões ao longo dos anos em estudo.

Relativamente ao SO₂, verifica-se que não existem emissões por fontes naturais, o que é compreensível visto que é um composto emitido essencialmente por processos industriais, tais como refinarias petrolíferas, indústria do papel e indústria química, centrais térmicas, e também pelo tráfego rodoviário (embora cada vez menos devido à redução da percentagem de enxofre nos combustíveis). No caso das emissões antropogénicas, é visível uma descida notável a partir de 2005, de cerca de 67%. Esta redução significativa reflete os efeitos positivos da contínua melhoria e implementação de medidas para o controlo deste poluente, tais como a introdução do gás natural, instalação de novas centrais de produção de eletricidade de ciclo combinado a gás natural, a instalação de unidades de cogeração, juntamente com a instalação de tecnologias de remoção do SO₂ e ainda a entrada em vigor da legislação sobre a qualidade dos combustíveis (INERPA, 2011).

O NO_2 é um poluente resultante da queima de combustíveis nas unidades industriais e da combustão, a elevadas temperaturas, nos motores dos veículos automóveis. Ao observar o gráfico relativo a este poluente, verifica-se que as emissões por fontes naturais representam em média cerca de 2% das emissões totais. Verifica-se, ainda, que as emissões se mantêm relativamente constantes ao longo dos anos, com uma diferença máxima de apenas 10%. O INERPA considera os fogos florestais como parâmetro de distribuição espacial para o setor relativo às fontes naturais. Assim, a maior quantidade de emissões de NO_2 por fontes naturais nos anos 2003 e 2005, deve-se à ocorrência de um grande número de incêndios nestes anos, o que também é visível no caso do CO.

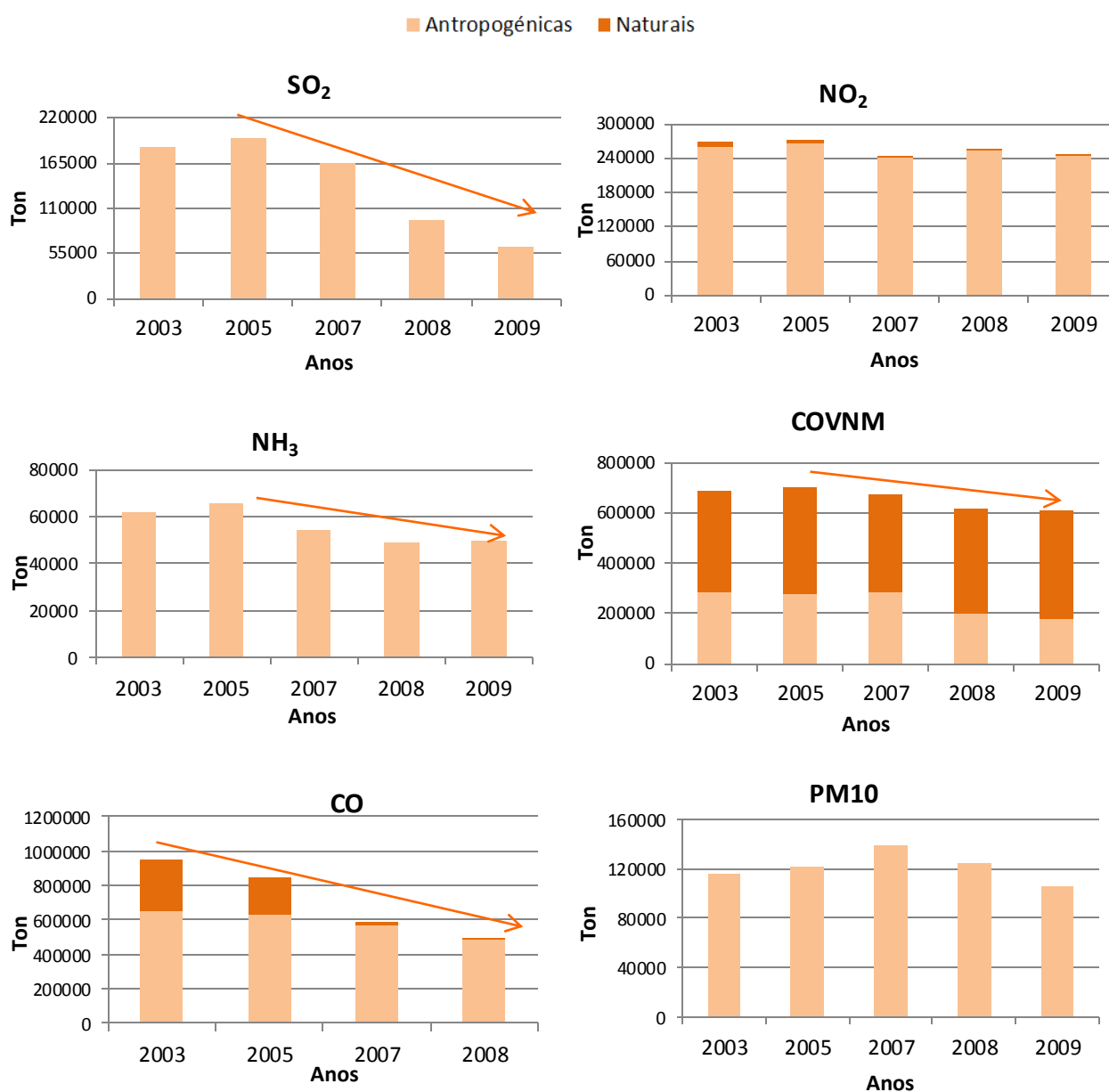


Figura 4. Evolução temporal das emissões por fontes naturais e antropogénicas dos poluentes clássicos, para os anos 2003, 2005, 2007, 2008 e 2009

As emissões de NH_3 estimadas provêm apenas de fontes antropogénicas e apresentam uma ligeira subida entre 2003 e 2005, sendo no entanto clara a tendência de redução destas emissões a partir de 2005 (cerca de 25%).

Ao contrário dos restantes poluentes, a principal fonte emissora de COVNM é de origem natural, embora também exista uma grande quantidade destes poluentes emitida por fontes antropogénicas (cerca de 30% das emissões totais em 2008 e 2009, e de 40% nos restantes anos de estudo). As emissões provenientes de fontes naturais mantiveram-se praticamente constantes ao longo dos anos, enquanto que as emissões por fontes antropogénicas diminuíram, principalmente a partir de 2007 (reduções de aproximadamente 30%).

As emissões de CO provêm tanto de fontes naturais como antropogénicas, sendo as últimas as principais fontes emissoras. É um poluente emitido essencialmente pelos veículos a gasolina mais antigos, e por alguns processos industriais. Verifica-se, ao longo dos anos, uma acentuada descida das emissões por fontes naturais (cerca de 96%) que se justifica pela ocorrência de grande número de fogos florestais nos dois primeiros anos (2003 e 2005). No caso das emissões por fontes antropogénicas também é possível verificar uma descida, de aproximadamente 28%, podendo dever-se ao facto dos processos de combustão se terem tornado mais eficazes, ou seja, combustões mais completas.

Relativamente às PM₁₀, pode-se constatar que são emitidas apenas por fontes antropogénicas. Não mostram uma tendência constante ao longo dos anos, visto que até 2007 aumentam aproximadamente 16%, e daí até ao ano 2009 têm uma descida de 23%.

As PM₁₀ são geradas em processos industriais, combustão, movimentações de terras e pelo tráfego rodoviário (sendo emitidas nos gases de escape ou pela ressuspensão provocada pela passagem dos veículos na estrada). O contínuo melhoramento e renovação das tecnologias dos processos industriais e o fabrico de veículos mais sustentáveis serão os principais motivos da diminuição de emissão de PM₁₀ a partir de 2007.

Para além destes poluentes atmosféricos clássicos, existem outros como é o caso dos metais pesados, que mesmo presentes na atmosfera em quantidades muito reduzidas, não deixam de ter repercussões na saúde humana e no ambiente.

Na Figura 5 apresenta-se a evolução das emissões ao longo do período de estudo 2003-2009, dos diferentes metais pesados abrangidos nos inventários: Pb, Cd e Hg.

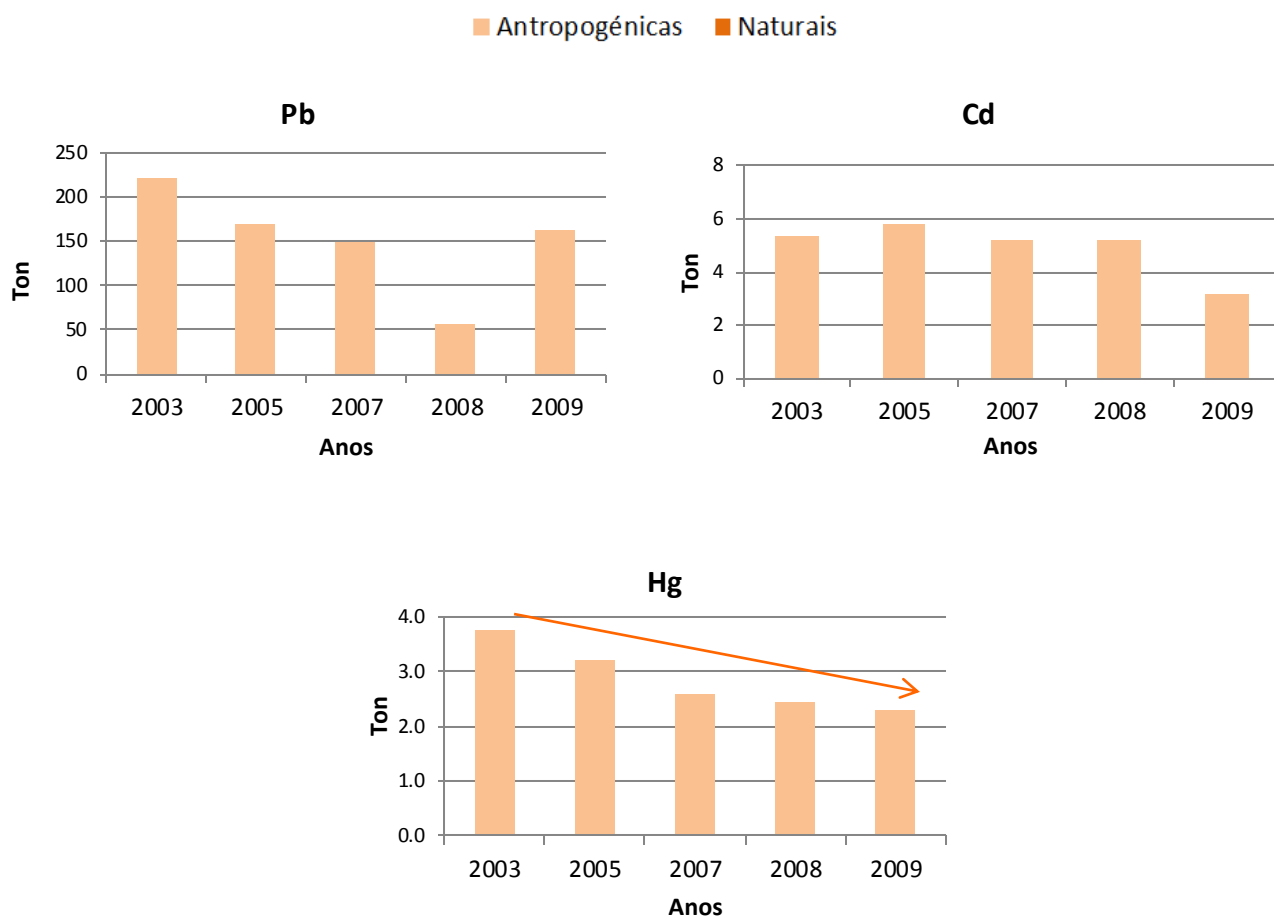


Figura 5. Evolução temporal das emissões totais por fontes naturais e antropogénicas dos metais pesados para os anos 2003, 2005, 2007, 2008 e 2009

A emissão de metais pesados é feita apenas por fontes antropogénicas. Esta emissão está diretamente relacionada com o tipo de combustível utilizado e os teores de metais pesados nele presentes. As emissões de Pb durante o intervalo de 2003 a 2008 mostram uma descida de 75%, embora entre 2008 e 2009 tenha sido registada uma subida de 65%. O Cd apresenta um comportamento constante ao longo dos anos, exibindo apenas uma descida significativa (37%) de 2008 para 2009.

As emissões de Hg registam uma diminuição gradual ao longo dos 6 anos de estudo, chegando a alcançar uma redução de 35% em 2009.

As emissões relativas aos compostos GEE, nomeadamente o CH₄, CO₂ e N₂O, também são alvo de obrigatoriedade de reportar por parte da APA. A Figura 6 mostra a evolução que as emissões destes poluentes sofreram desde 2005 (primeiro ano em que existe registo) a 2009.

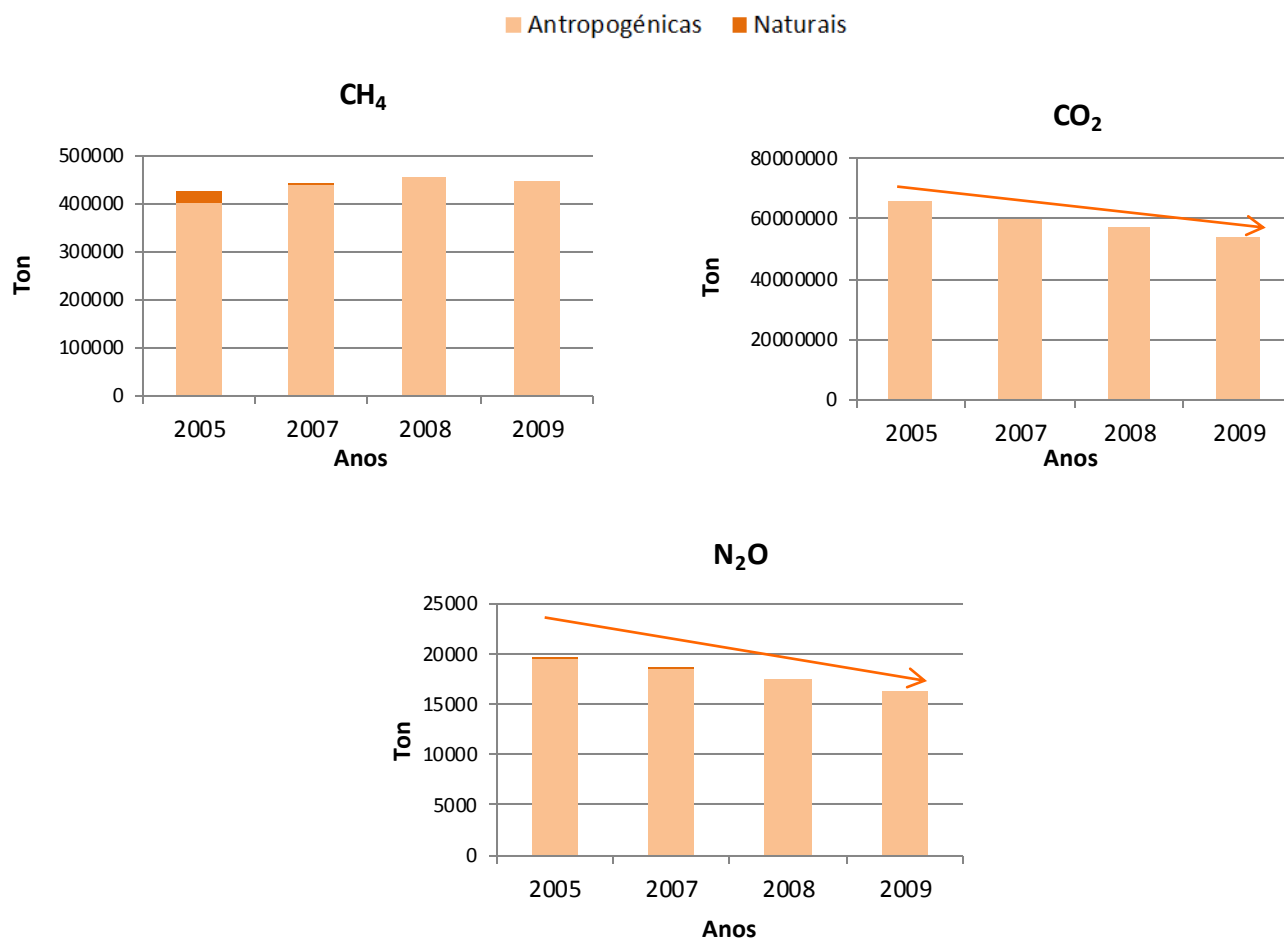


Figura 6. Evolução temporal das emissões totais por fontes naturais e antropogénicas dos GEE para os anos 2005, 2007, 2008 e 2009

As emissões de CH₄ em 2005 e 2007 apresentam uma pequena contribuição de fontes naturais, embora nos restantes anos apenas existam emissões por fontes antropogénicas. As fontes naturais emissoras de CH₄ podem ser referentes a pântanos, vulcões de lamas ou pelo processo de digestão de alguns animais. Este poluente apresenta-se constante ao longo dos anos de estudo, tendo um ligeiro aumento (11%) entre 2005 e 2008, relativo às fontes antropogénicas.

Relativamente ao CO₂, verifica-se que as suas emissões têm apenas origem antropogénica, e apresentam uma diminuição constante ao longo dos anos, sendo no total cerca de 18%. Estes resultados refletem a eficácia das políticas e estratégias nacionais no combate às alterações climáticas.

À semelhança do CO, as emissões do N₂O também apresentam uma tendência decrescente (17%) ao longo do período de análise. Trata-se de um poluente emitido essencialmente por processos de agricultura e pecuária.

Na secção seguinte será feito o mesmo tipo de análise temporal, mas por setor de atividade.

3.2 Análise evolutiva das emissões dos poluentes por setor

Seguidamente serão analisadas as emissões em Portugal por tipo de poluente e por setor de atividade, ao longo do período de estudo 2003-2009, de forma a perceber-se quais os principais setores responsáveis pela emissão de um determinado poluente, e os mais indicados para a implementação de estratégias de redução e prevenção da poluição atmosférica.

Os setores de atividade usados neste trabalho compreendem a classificação SNAP, como já foi mencionado, pelo facto de ser uma classificação menos pormenorizada, levando a uma análise mais geral das classes envolvidas, sendo indicada para a preparação das emissões em inventários da qualidade do ar. Na Tabela 2 é apresentada a estrutura desta classificação e como se relaciona com os grupos NFR utilizados no INERPA.

Tabela 2. Relação entre a classificação SNAP e NFR

SNAP	Caracterização	Corresponde Grupo NFR
SNAP 1	Produção de Energia	Produção de Energia
SNAP 2	Combustão Residencial e Comercial	Pequenas Fontes de Combustão
SNAP 3	Combustão Industrial	Combustão na Indústria
SNAP 4	Processos de Produção	Processos Industriais
SNAP 5	Extração e Distribuição de Combustíveis	Emissões Fugitivas
SNAP 6	Uso de Solventes	Uso de Solventes
SNAP 7	Transportes Rodoviários	Transportes Rodo/ferroviários
SNAP 8	Outras Fontes Móveis	Embarcações Nacionais; Fontes móveis (fora da estrada)
SNAP 9	Tratamento e Eliminação de Resíduos	Deposição de Resíduos no Solo; Águas Residuais; Inceneração de Resíduos
SNAP 10	Agricultura e Pecuária	Pecuária; Agricultura; Resíduos Agrícolas
SNAP 11	Fontes Naturais	Natural

Na Figura 7 pode-se observar as emissões por SNAP para os poluentes clássicos, ao longo do período de estudo, à exceção do ano 2007, dado que para este ano não existem dados disponíveis por setor de atividade, impossibilitando a realização da sua análise.

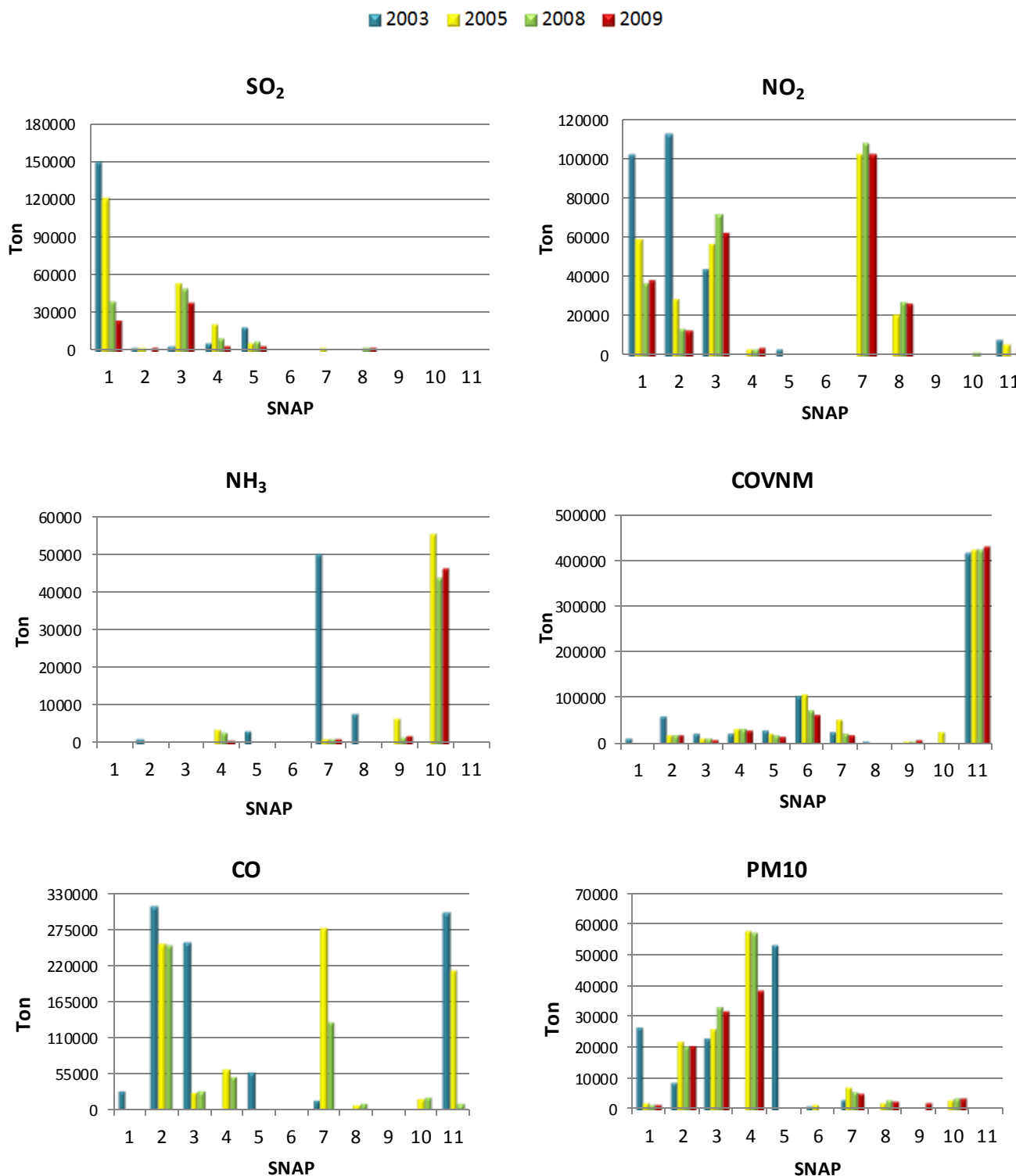


Figura 7. Evolução temporal das emissões dos poluentes clássicos, por setor de atividade, para os anos 2003, 2005, 2008 e 2009

De uma forma geral, é possível notar que as emissões relativas ao ano 2003 apresentam valores bastante diferentes dos restantes anos em várias situações. Esta discrepância pode dever-se ao facto da metodologia de cálculo de emissões, no referido ano, ser diferente da metodologia utilizada nos seguintes anos.

Em relação ao SO_2 pode-se constatar que os principais setores que contribuem para as suas emissões são o da produção de energia (SNAP 1), tendo-se verificado uma diminuição de aproximadamente 95%, ao longo dos vários anos e de uma forma gradual, sendo a descida mais brusca de 2005 para 2008, e o da combustão industrial (SNAP 3), que revela uma diminuição nas emissões de aproximadamente 30% entre os anos 2005 e 2009. Esta tendência no comportamento do SO_2 é resultado do controlo e melhoramento no tipo de combustível nas indústrias, que contêm uma menor quantidade de enxofre, e nos tratamentos de efluentes gasosos.

No caso do NO_2 , verifica-se que se trata de um poluente emitido por diversos setores, sendo os principais o setor do transporte rodoviário (SNAP 7), e o setor da combustão industrial (SNAP 3). As emissões originadas pelos transportes rodoviários mantiveram-se praticamente constantes (à exceção do ano 2003), e as emissões provenientes da combustão industrial aumentaram até 2008, tendo-se verificado uma diminuição em 2009. Tal facto mostra que as medidas tomadas em relação a este poluente, relativas aos combustíveis utilizados e aos tratamentos de fim de linha, não foram tão eficazes como para o SO_2 , o que é compreensível dado que a origem do NO_2 é mais variada e portanto, é necessário atuar num maior número de setores, tornando mais difícil a diminuição das suas emissões. Outros dois setores que registaram significativas emissões deste poluente, são os de produção de energia e de combustão residencial e comercial, para os quais se verifica uma diminuição notória entre 2003 e 2009. As fontes naturais também têm uma pequena contribuição na emissão do dióxido de azoto, devendo-se à ocorrência de fogos florestais.

Relativamente ao NH_3 , pela Figura 7, verifica-se que as suas emissões são provenientes essencialmente da agricultura (SNAP 10). Verifica-se que existe uma diminuição de 19%, entre 2005 a 2009, neste setor de atividade, que pode dever-se a uma redução dos níveis de produção ou alteração dos fertilizantes. Os setores referentes aos processos de produção, transportes rodoviários e tratamento e eliminação de resíduos também registam algumas emissões deste poluente.

No caso das fontes emissoras dos COVNM, percebe-se que a grande parte das suas emissões provêm de fontes naturais, que se mantêm constantes ao longo dos anos de estudo. Para além

das emissões naturais (biogénicas) deste poluente emitidas pela vegetação, são ainda expressivos os setores do uso de solventes e transporte rodoviário.

O CO não foi considerado no INERPA 2009, e portanto, não existem dados relativos às suas emissões neste ano. Tem como principal fonte emissora a combustão residencial e comercial, embora se observem emissões elevadas provenientes do setor dos transportes rodoviários (sobretudo relativamente a 2003) e do setor relativo às fontes naturais (no ano 2003 e 2005). A grande variabilidade dos valores de emissões existente entre os diferentes anos analisados, pode dever-se à alteração de metodologias de cálculo de ano para ano.

Em relação às PM₁₀, os seus principais setores emissores são os relativos aos processos de produção, à combustão industrial e à combustão residencial/comercial, embora apresentem comportamentos distintos ao longo dos anos: no caso do SNAP 4, verifica-se uma diminuição acentuada das emissões entre 2008 e 2009 (aproximadamente 35%); no SNAP 3 há um aumento das emissões até 2008, seguido de uma ligeira descida; e no caso do SNAP 2 existe um aumento entre 2003 e 2005, e as emissões mantêm-se constantes até 2009.

O mesmo tipo de análise foi realizada para os metais pesados, anteriormente já referidos (Figura 8).

Tal como para os poluentes clássicos, as emissões de metais pesados apresentam valores muito elevados em 2003 comparativamente com os anos subsequentes.

Verifica-se, através da Figura 8, que as emissões de Pb provêm essencialmente do setor referente ao tratamento e eliminação de resíduos, neste caso mais precisamente da incineração dos resíduos, podendo observar-se uma subida abrupta entre 2008 e 2009 das suas emissões. A combustão industrial (SNAP 3) e os transportes rodoviários (SNAP 7) também são expressivos na emissão deste poluente, principalmente em 2005 no caso deste último setor.

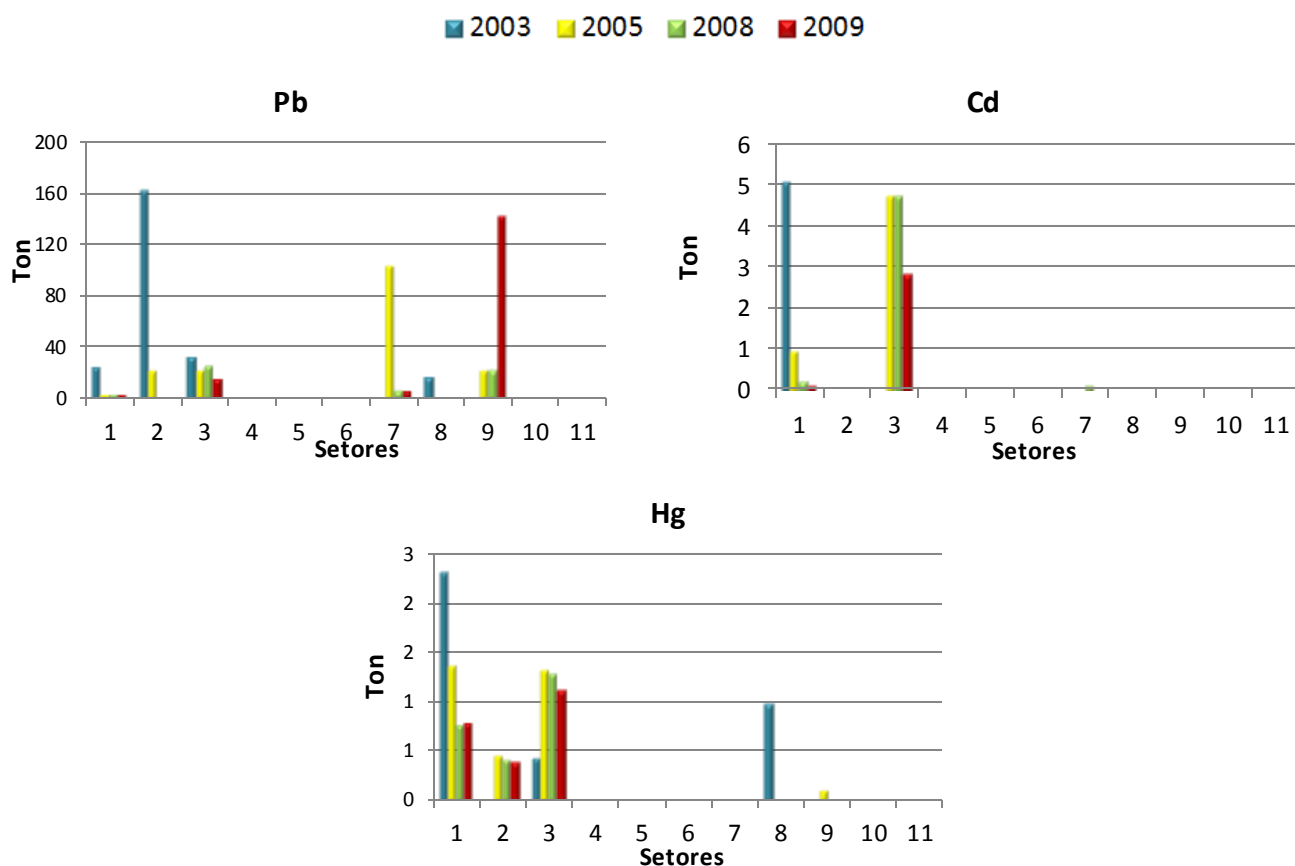


Figura 8. Evolução temporal de emissões de metais pesados por setor de atividade, para os anos 2003, 2005, 2008 e 2009

Relativamente ao Cd, apenas se verificam emissões provenientes do setor da combustão industrial, que apresentam uma descida de cerca de 40% entre 2008 e 2009, e do setor de produção de energia, tendo neste havido uma descida de 97% entre 2003 e 2009, e entre 2005 e 2009 uma descida de 84%.

O Hg apresenta emissões nos SNAP 1, 2 e 3 (produção de energia, combustão industrial e combustão residencial e comercial), sendo o que mais contribui o setor da combustão industrial. Todos eles mostram uma tendência de redução ao longo do período de estudo, ocorrendo a mais significativa no setor da produção de energia.

A diferença entre as emissões estimadas em 2003 é, mais uma vez, notória comparativamente aos restantes anos (a partir de 2005 verifica-se uma maior consistência na metodologia “bottom-up” aplicada no cálculo das emissões).

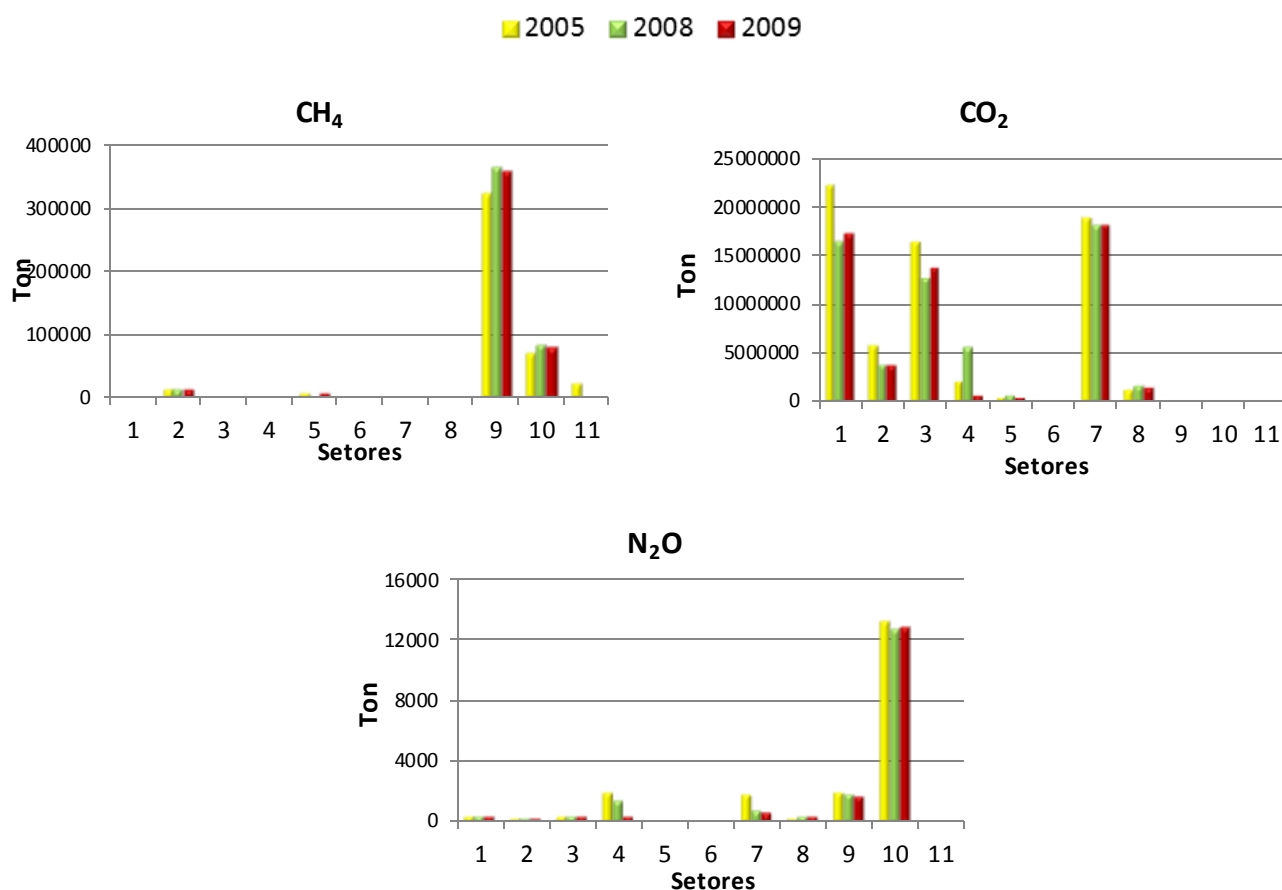


Figura 9. Evolução temporal das emissões de GEE por setor de atividade, para os anos 2005, 2008 e 2009

A Figura 9 refere-se aos compostos GEE, também analisados para os setores de atividade, mas apenas no período de 2005 a 2009.

No caso do CH₄, verifica-se que as suas emissões provêm essencialmente do tratamento e eliminação de resíduos (decomposição dos resíduos) e do setor relativo à agricultura/pecuária, não havendo uma variação significativa dos seus valores durante o período de análise.

Os principais setores de atividade que emitem CO₂ são a produção de energia, combustão industrial e transporte rodoviário, setores estes que envolvem reações de combustão onde se produz CO₂ como produto da reação. Em todos eles se verifica uma diminuição entre 2005 e 2009, tendo ocorrido a redução mais significativa no setor da produção de energia, resultado das estratégias para as alterações climáticas. Em menor quantidade, também contribuem para a emissão deste poluente a combustão residencial e comercial.

Por fim, através da Figura 9 é possível verificar que o N₂O tem a principal origem no setor correspondente à agricultura e pecuária (SNAP 10), embora se registem emissões residuais em

praticamente todos os outros setores à exceção do 5, 6 e 11. Em termos de evolução temporal não é evidente uma tendência, apesar de existir uma diminuição dos valores em 2008 e 2009, em praticamente todos os setores, podendo ser reflexo da restrição económica.

4. Desagregação espacial das emissões

O detalhe espacial das estimativas de emissões é de extrema importância para que haja um progresso positivo nas metodologias e estratégias de controlo e prevenção da poluição atmosférica, ao nível regional e local. Assim, com o objetivo de aumentar o detalhe espacial dos inventários de emissões de Portugal, procedeu-se à discretização espacial a nível de freguesia, do INERPA referente ao ano de 2009 (último ano disponível), que apresenta emissões por concelho. Este estudo irá permitir verificar que o facto de existir um concelho com um determinado valor de emissões de um poluente não significa que todas as suas freguesias contribuem proporcionalmente (em função da sua área) para a emissão total do concelho. No caso das fontes pontuais, como grandes instalações industriais, é fácil perceber que existe uma relação direta entre a quantidade de emissões de um determinado poluente, e o local onde se encontra a fonte. Desta forma, as emissões estimadas para aquele concelho dizem respeito essencialmente à zona onde se localiza a fonte, podendo as restantes freguesias do concelho ter valores de emissão completamente distintos.

Como já foi referido, para esta discretização seguiu-se a metodologia “top-down”, em que são consideradas as emissões atmosféricas disponibilizadas por concelho e, utilizando os indicadores sócio-económicos mais adequados para cada tipo de setor de atividade, são obtidas estimativas de emissões por freguesia. Neste trabalho foram incluídos os setores de atividade relativos aos SNAP 2, 3, 4, 6, 9 e 10, para os quais foi possível recolher e compilar indicadores adequados. Os restantes sectores foram excluídos devido à falta de informação relativa às suas emissões e de indicadores apropriados: o SNAP 1, que diz respeito à produção de energia, em que as emissões são monitorizadas e não necessitam de ser estimadas; o SNAP 5, referente à extração e distribuição de combustíveis, em que seria necessário recorrer aos dados referentes a todas as gasolinhas de Portugal, o que não é viável visto não existir esse tipo de dados disponíveis para consulta ao público; os setores relativos aos SNAP 7 e 8, transportes rodoviários e a outras fontes móveis, respetivamente, pois são fontes em linha que requerem uma outra metodologia de desagregação, uma abordagem “bottom-up” e informação detalhada; e por fim o SNAP 11, relativo às fontes naturais, cuja diferente natureza das emissões envolve a aplicação de indicadores distintos e sai do âmbito dos objetivos desta dissertação.

Seguidamente será explicada a metodologia de desagregação para este trabalho, e os principais resultados relativos às emissões dos poluentes considerados em cada freguesia de Portugal Continental e por SNAP.

4.1 Metodologia

A discretização espacial das emissões compreendeu várias etapas. Primeiramente, foram recolhidos os dados de emissões por concelho presentes no INERPA 2009, disponibilizado pela APA; seguidamente procedeu-se à pesquisa e recolha dos indicadores sócio-económicos mais adequados para fatores de desagregação, em cada setor de atividade (

Tabela 3). Depois de selecionados os fatores de desagregação, foram determinados os valores de emissão para cada freguesia, através do produto entre este e a emissão num dado concelho. Dada a quantidade e complexidade de informação que está envolvida no processamento deste tipo de desagregação espacial, o SIG (*Sistema de Informação Geográfica*) é um software essencial para a combinação das emissões com a área geográfica, visto que está desenvolvido especialmente para processos ambientais. Além disso, o tratamento de dados no SIG é adequado tanto para uma abordagem “top-down” como “bottom-up” (Goodchild *et al*, 1993). Assim sendo, por último, foi efetuada a análise e o tratamento dos dados através do software SIG e elaborados os mapas em ArcGis, com as estimativas de emissões por freguesia.

Na tabela seguinte encontram-se os indicadores escolhidos para proceder à desagregação das emissões dos respetivos setores em análise:

Tabela 3. Indicadores sócio-económicos selecionados para cada setor de atividade

SNAP	Sector de Atividade	Indicador Selecionados	Fonte
2	Combustão Residencial e Comercial	- Total de Indivíduos Residentes	- Censos 2011 (URL3)
3	Combustão Industrial	- Indivíduos residentes empregados no setor secundário; - Nº de Indústrias por Freguesia	- Censos 2011 - E-PRTR (URL4)
4	Processos de Produção	- Nº de Industrias Transformadoras por Freguesia	- Infoempresas (URL5)
6	Uso de Solventes	- Total de Indivíduos Residentes	- Censos 2011
9	Tratamento e Eliminação de Resíduos	- Total de Indivíduos Residentes	- Censos 2011
10	Agricultura e Pecuária	- Superfície Agrícola Utilizada (ha)	- INE (URL6)

A escolha dos indicadores foi limitada à informação disponível para obtenção. Portanto, em alguns setores, estes indicadores não estão diretamente relacionados com as quantidades de poluentes emitidas (como, por exemplo, o indicador “número de indivíduos empregados no setor secundário” não traduz exatamente as emissões provenientes de combustão industrial).

Para o setor da combustão residencial e comercial o indicador encontrado mais adequado foi o “total de indivíduos residentes” por freguesia, obtido através dos Censos 2011, isto porque traduz de forma mais correta a densidade populacional de cada freguesia e esta está intrinsecamente relacionada com as necessidades de aquecimento doméstico. Na Figura 10 [a] observa-se de que forma é feita a distribuição deste indicador em Portugal, destacando-se, com um maior número de indivíduos, freguesias como Algueirão-Mem Martins (em Sintra), Odivelas, São Domingos de Rana (em Cascais), São Sebastião (em Setúbal), Santa Maria dos Olivais (em Lisboa) e Rio Tinto (em Gondomar).

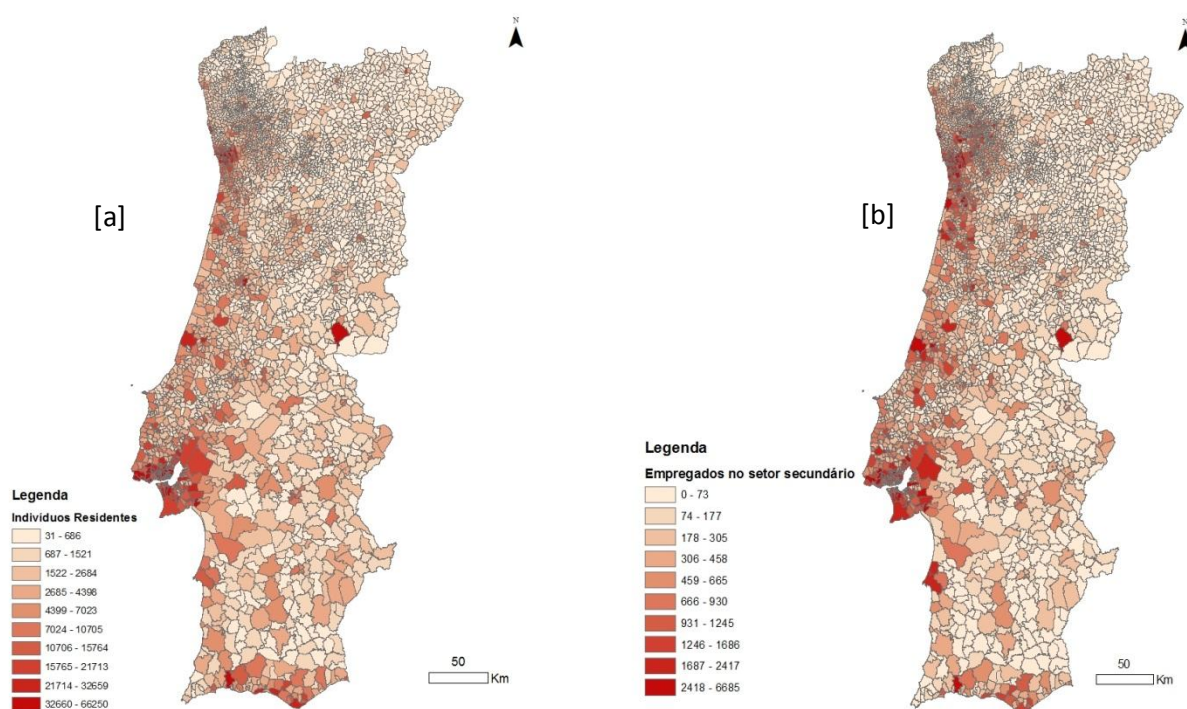


Figura 10. Indivíduos Residentes [a] e Indivíduos Residentes Empregados no Setor Secundário [b] por freguesia

No caso do SNAP 3, combustão industrial, foram feitas duas desagregações distintas: uma, como já foi mencionada, tendo como indicador os “indivíduos residentes empregados no setor

secundário” (ou seja, a população empregada em atividades relacionadas com a indústria), em que a distribuição que ocupa em Portugal é ilustrada na Figura 10 [b], também retirados dos Censos 2011, e onde se destacam as freguesias Marinha Grande, Algueirão-Mem Martins, São Sebastião (em Setúbal), São Domingos de Rana, São João da Madeira e Rio de Mouro (em Sintra); e outra com base no número de indústrias existentes por freguesia, através dos dados disponíveis no site E-PRTR (*European Pollutant Release and Transfer Register*), que pela relação descrita nos anexos A1 e A2, foi possível obter estes dados para o SNAP 3. No entanto, visto na base de dados E-PRTR não existirem indústrias em todos os concelhos de Portugal, era impossível obter emissões nessas zonas com o seu uso exclusivamente. Portanto, foi utilizado o indicador “indivíduos residentes empregados no setor secundário” naqueles concelhos em que não havia informação de nenhuma indústria.

Dado que os processos de produção estão relacionados com a indústria transformadora, utilizar um indicador como a população residente poderia originar resultados pouco precisos. Um indicador mais adequado para a desagregação do setor 4 seria o número de indústrias transformadoras, embora não existam esses dados dispostos por freguesia, como no caso dos censos. No entanto, a partir da base de dados “infoempresas” (URL5) onde estão registados o tipo e localização da maioria das indústrias transformadoras existentes em Portugal, foi possível agrupar este tipo de indústrias por freguesia, obtendo, assim, um indicador mais apropriado para a desagregação. A Figura 11 apresenta a distribuição das indústrias transformadoras em Portugal, obtida através da compilação da informação da Infoempresas.

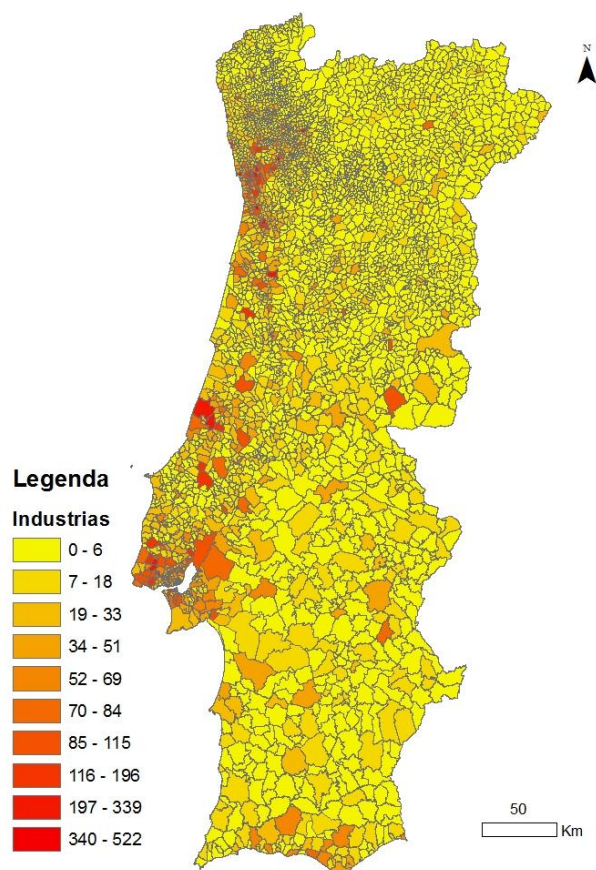


Figura 11. Distribuição das Indústrias Transformadoras por freguesia

A distribuição espacial deste indicador revela maior número de indústrias transformadoras nas freguesias Barcelos, Lourosa (em Santa Maria da Feira), Paços de Ferreira, Paredes (em Penafiel) e São João da Madeira.

Relativamente às emissões pelo SNAP 6 (uso de solventes) e 9 (tratamento e eliminação dos resíduos), são de difícil obtenção devido à quantidade de informação que é necessário ter em conta (principalmente no caso do SNAP 6) (Dios *et al*, 2012). No entanto, como dependem fortemente do consumo humano, o indicador selecionado foi também o “total de indivíduos residentes” (Figura 10 [a]).

Na desagregação do SNAP 10, agricultura e pecuária, foi utilizado como indicador a área agrícola utilizada em Portugal, obtido através do INE (Instituto Nacional de Estatística, URL 6), e apresentada na Figura 12, onde se destaca a zona do Alentejo como tendo as maiores áreas agrícolas.

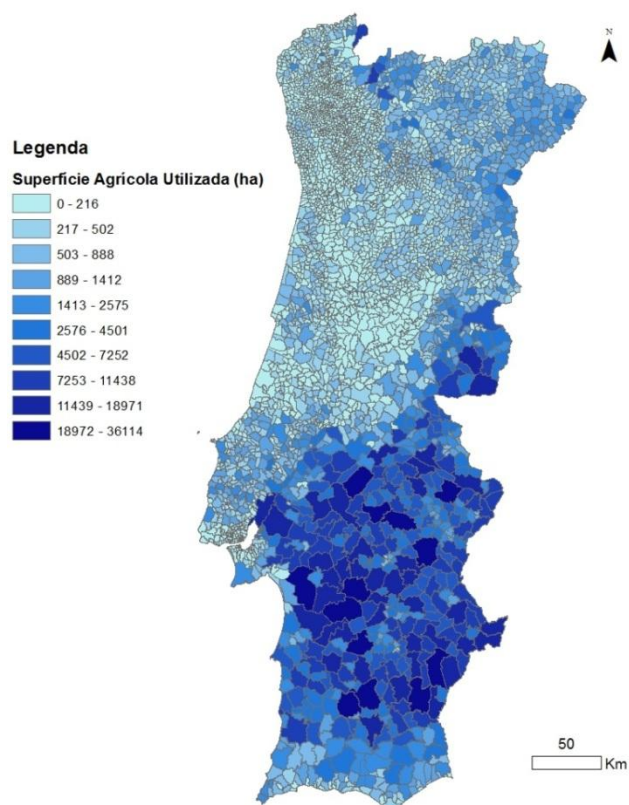


Figura 12. Superfície Agrícola Utilizada (ha) por freguesia

É nas freguesias do Torrão (em Alcácer do Sal), Castro Verde, Salvador (em Serpa) e Santa Maria do Castelo (em Alcácer do Sal) onde existem maiores/mais áreas agrícolas utilizadas.

4.2 Discretização do Inventário Nacional de Emissões de 2009

O resultado da desagregação das emissões por freguesia é apresentado de seguida. Para cada setor é feita uma análise dos poluentes que mostram expressividade nas emissões totais, em t/km^2 , de forma a eliminar o problema da comparação de freguesias com áreas tão distintas.

4.2.1 SNAP 2 – Combustão residencial e comercial

A combustão residencial e comercial compreende atividades como: Instalações de combustão associadas a instalações comerciais e institucionais (caldeiras, turbinas a gás, motores estacionários e outros equipamentos fixos); Instalações de combustão residenciais (caldeiras, turbinas a gás, motores estacionários e outros equipamentos fixos); e Instalações associadas à agricultura, silvicultura e aquicultura (CORINAIR 94). Este setor tem emissões expressivas de todos os poluentes analisados, à exceção de NH_3 . Os poluentes emitidos em maior quantidade pela combustão residencial e comercial dizem respeito ao NO_2 , PM_{10} , Hg e CO_2 .

A Figura 13 mostra as distribuições das emissões dos poluentes clássicos, SO_2 , NO_2 , COVNM e PM_{10} , por freguesia e provenientes da combustão residencial e comercial, obtidas através da desagregação pelo indicador “total de indivíduos residentes”, representado na Figura 10 [a] .

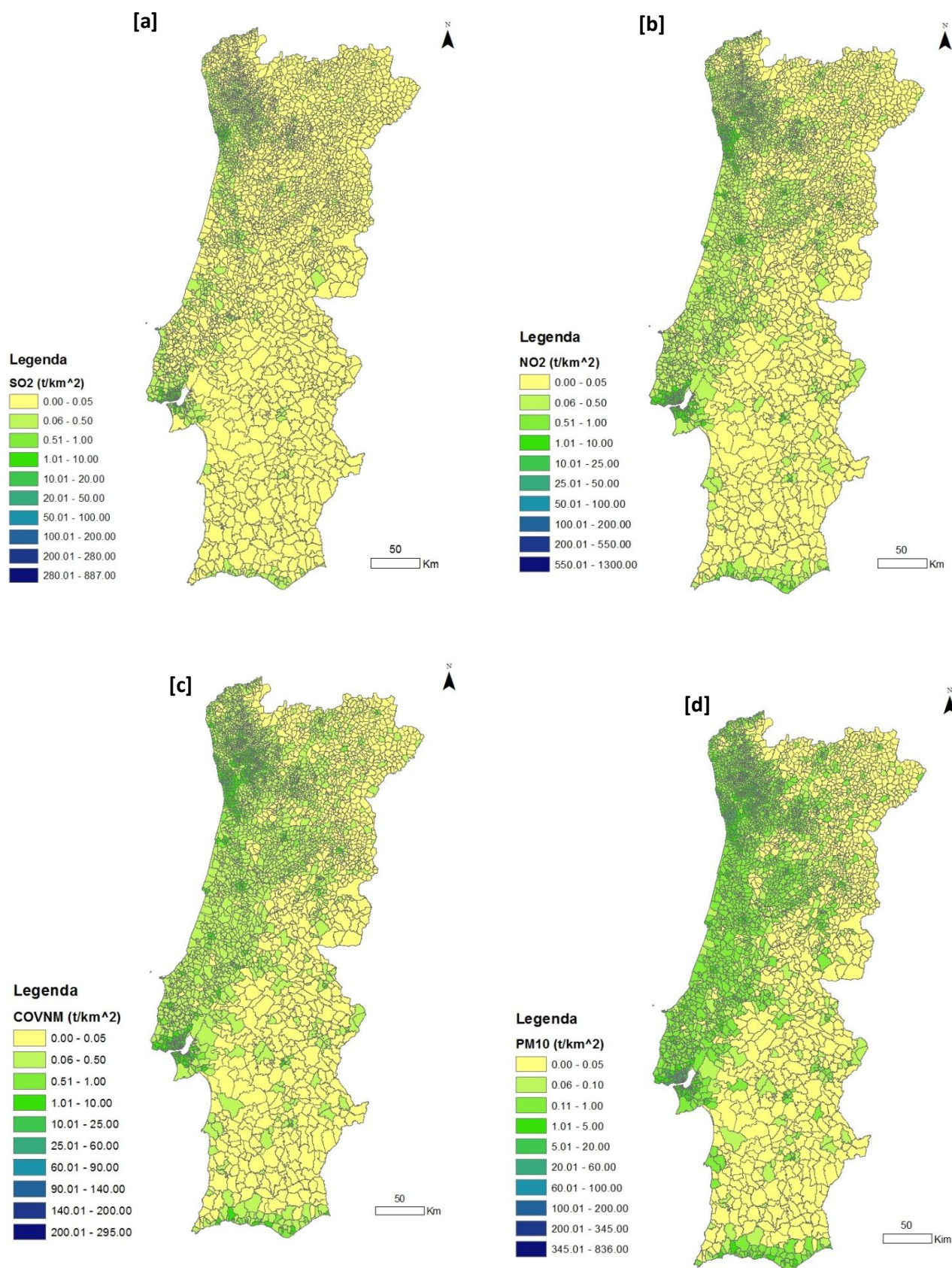


Figura 13. Desagregação das emissões dos poluentes clássicos [a] SO₂, [b] NO₂, [c] COVNM e [d] PM₁₀ por freguesia, para o SNAP 2.

Analisando os gráficos anteriores, verifica-se que as distribuições das emissões destes quatro poluentes clássicos são semelhantes, embora o SO₂ não tenha emissões tão significativas como os restantes. As **freguesias** que apresentam os valores de emissão mais elevados são comuns a todos estes poluentes: São Miguel, Socorro, Anjos e Penha de França, todas pertencentes ao **município** de Lisboa.

Relativamente ao SO₂ verifica-se que as emissões provenientes da combustão residencial e comercial são baixas, como já foi referido, destacando-se apenas os **distritos** do Porto, com emissões até 3,4 t/ano.km² em Cedofeita e de Lisboa, onde se estimam as maiores emissões, de 12 t/ano.km² na freguesia de São Miguel, seguida da freguesia Socorro, com 11 t/ano.km². As **freguesias** de São Mamede, em Évora, e da Sé, em Braga, também registam emissões superiores à média, aproximadamente de 3 t/ano.km².

No caso do NO₂, os **distritos** com um número significativo de freguesias que apresentam valores de emissão que se distinguem dos restantes (superiores a 0,5 t/ano.km²) dizem respeito a

- Braga: nos concelhos de Braga, Barcelos, Vila Nova de Famalicão, Guimarães e Vizela, atingindo valores de 11 t/ano.km² pertencente à freguesia da Sé no município de Braga;
- Porto: nos concelhos de Santo Tirso, Póvoa de Varzim, Passos de Ferreira, Matosinhos, Vila Nova de Gaia, Porto, Gondomar, Maia e Valongo, ocorrendo as maiores emissões de, aproximadamente, 13 t/ano.km² nas freguesias de Cedofeita, Bonfim e São Nicolau, pertencentes ao concelho do Porto;
- Aveiro: nos concelhos de Espinho, Santa Maria da Feira, São João da Madeira, Aveiro e Oliveira de Azeméis, sendo a freguesia de Espinho a que apresenta maiores emissões neste distrito, com 7 t/ano.km²;
- Setúbal: nos concelhos de Almada, Barreiro, Moita, Seixal, Sesimbra e Setúbal, em que o valor máximo é de 20 t/ano.km² e ocorre na freguesia Cova da Piedade, em Almada;
- Lisboa: nos concelhos de Cascais, Lisboa, Loures, Oeiras, Sintra, Vila Franca de Xira, Amadora e Odivelas, com 49 t/ano.km² na freguesia São Miguel, no concelho de Lisboa, sendo esta a freguesia com maiores emissões de NO₂ em Portugal.

Além destes concelhos, o de Viseu também têm freguesias com estimativas altas, sendo maior de 6 t/ano.km² em Coração de Jesus.

As distribuições espaciais das emissões de COVNM e de PM10 são muito semelhantes à distribuição das emissões de NO₂, sendo as freguesias que registam maiores emissões comuns aos 3 poluentes. Além disso, os COVNM e as PM10 têm valores de emissão idênticos, embora as emissões de PM10 sejam mais significativas, dado que o SNAP 2 corresponde a um dos 3 setores que mais contribui para as emissões totais deste poluente, como se pode verificar pelo gráfico representado na Figura 7. Os valores máximos destes poluentes dão-se, também, em São Miguel, 62 t/ano.km² de COVNM e 63 t/ano.km² de PM10. Relativamente aos restantes **concelhos** que apresentam mais freguesias com valores de emissões significativos, tem-se:

- Braga, com 17 t/ano.km² de COVNM e de PM10 na freguesia da Sé;
- Porto, em que a freguesia com maiores emissões é Cedofeita, apresentando 18 t/ano.km² de COVNM e 19 t/ano.km² de PM10;
- Aveiro, com cerca de 11 t/ano.km² dos dois poluentes emitidos na freguesia de Espinho;
- Setúbal, com 25 t/ano.km² dos dois poluentes na freguesia Cova da Piedade.

Seguidamente será feita a mesma análise para os 3 metais pesados referidos neste trabalho: cádmio, mercúrio e chumbo (Figura 14).

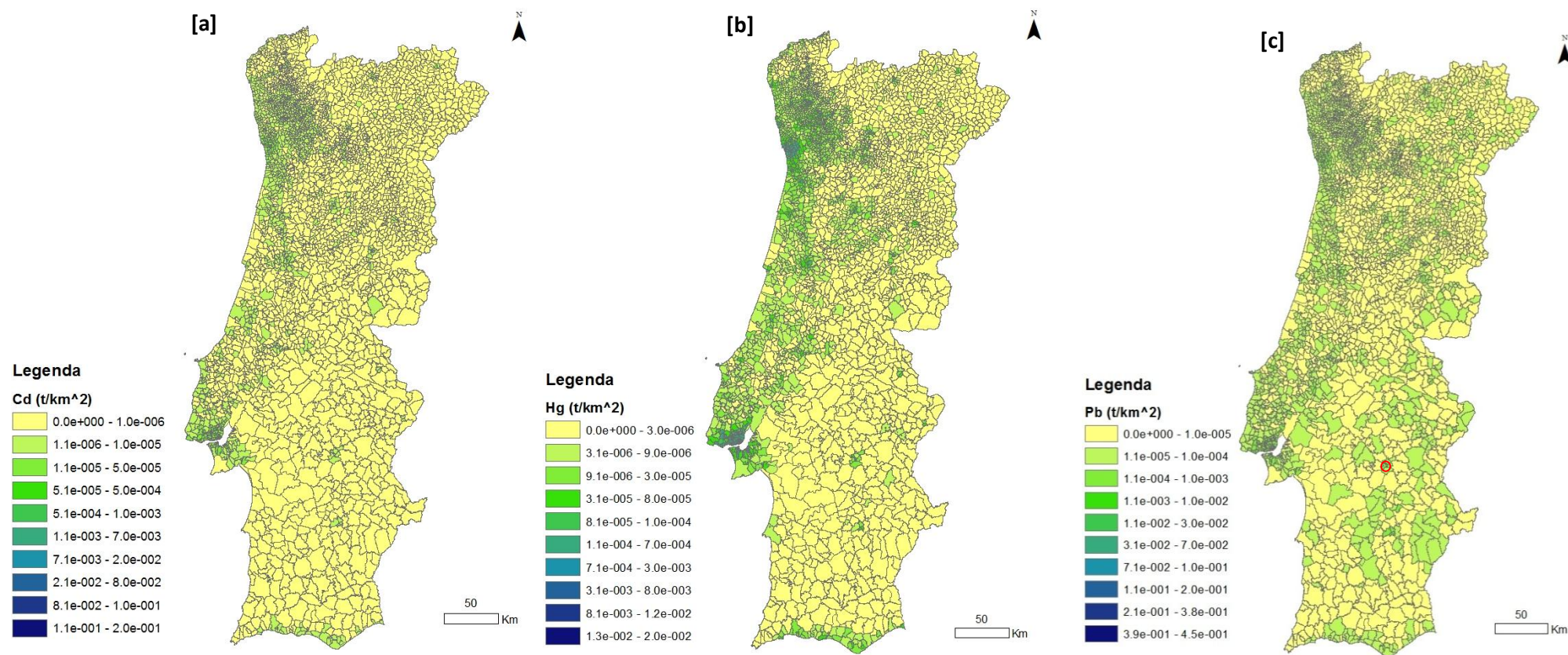


Figura 14. Desagregação das emissões de Cd [a], Hg [b] e Pb [c] por freguesia, para a SNAP 2

Analisando a distribuição espacial dos três metais pesados, é possível verificar que as atividades de combustão residencial e comercial têm uma contribuição pequena para as suas emissões. O metal pesado com estimativas mais significativas é o Hg. No entanto, pode-se verificar que todos eles têm uma distribuição idêntica, embora, o Pb apresente um maior número de freguesias na zona do interior com emissões que se destacam.

As emissões de Cd e Hg são mais notórias nos **distritos** de Porto, Braga, Lisboa e Setúbal, que podem ser analisadas com maior pormenor na Figura 15. A freguesia com maiores emissões é, mais uma vez, São Miguel, em Lisboa, com $2,2\text{E-4 t/ano.km}^2$ de Cd e $1,3\text{E-3 t/ano.km}^2$ de Hg.

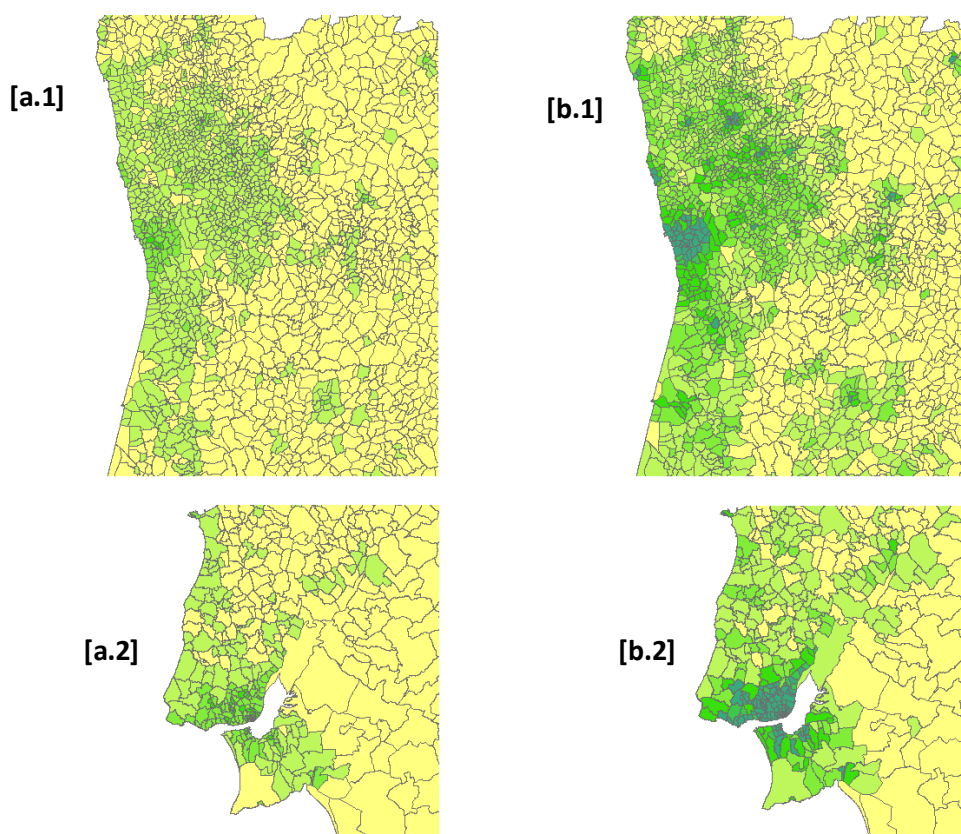


Figura 15. Ampliação da distribuição espacial das emissões de Cd ([a.1] Porto e Braga e [a.2] Lisboa e Setúbal) e das emissões de Hg ([b.1] Porto e Braga e [b.2] Lisboa e Setúbal)

Relativamente ao Pb, as emissões mais elevadas ocorrem nas freguesias de São Mamede (circundada a vermelho), em Évora, com $2,3\text{E-3 t/ano.km}^2$ e em Santo André, pertencente a Estremoz, com $2,0 \text{ t/ano.km}^2$. São Miguel também apresenta emissões elevadas, $1,8 \text{ t/ano.km}^2$, sendo a terceira freguesia com maiores emissões deste poluente.

Seguidamente serão apresentadas as distribuições espaciais das emissões dos GEE: CH_4 , CO_2 e N_2O .

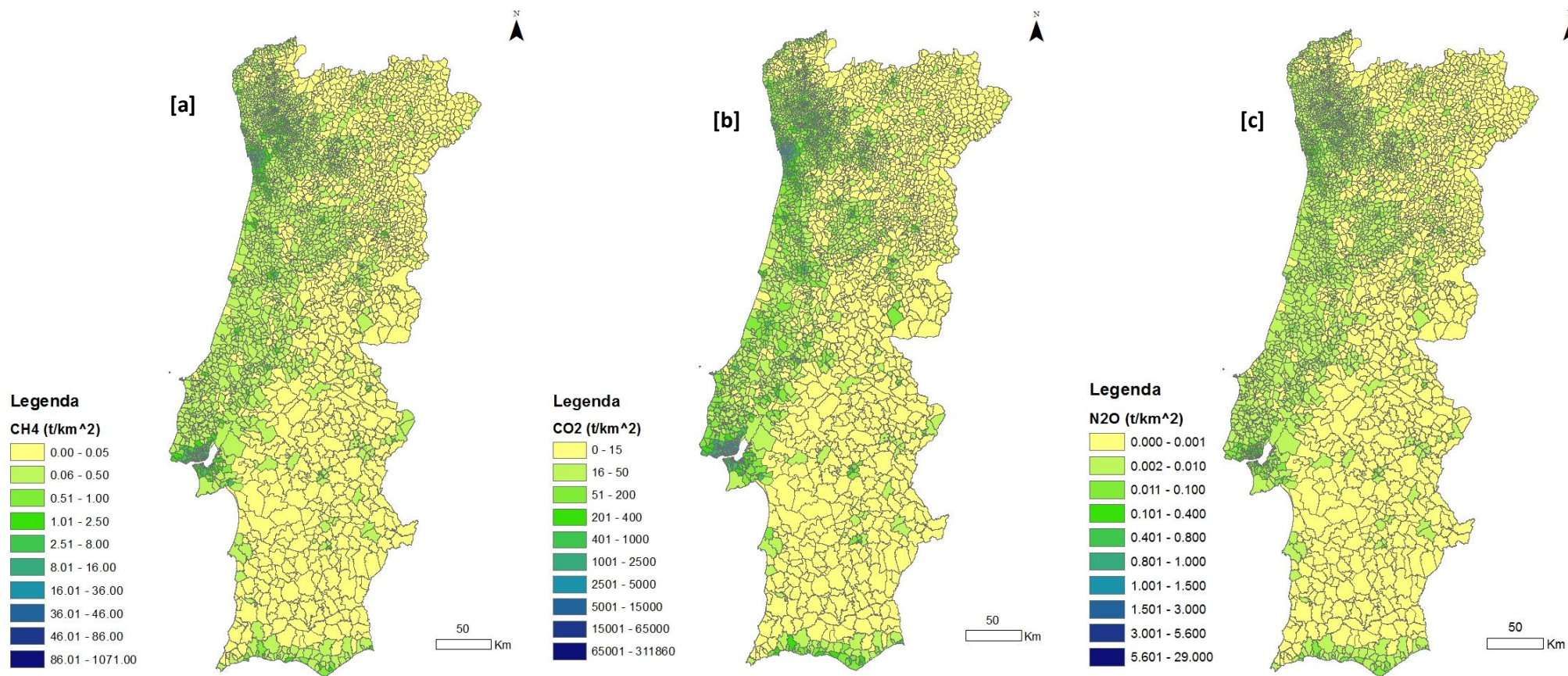


Figura 16. Desagregação das emissões de CH₄ [a], CO₂ [b] e N₂O [c] por freguesia, para o SNAP 2

Analisando os mapas das emissões na Figura 16, pode-se constatar que os três poluentes apresentam uma distribuição idêntica, embora as emissões de N_2O pelo SNAP 2 sejam relativamente menos significativas que as de CH_4 e CO_2 .

As freguesias com emissões mais elevadas são comuns aos três poluentes: São Miguel, Socorro e Anjos, todas pertencentes ao **concelho** de Lisboa. Em São Miguel (a freguesia com maiores emissões) são emitidas aproximadamente 45 t/ano.km² de Cd, 13245 t/ano.km² de CO_2 e 0,84 t/ano.km² de N_2O .

Além do distrito de Lisboa, destacam-se ainda o **concelho** do Porto, com freguesias que atingem as 13 t/ano.km² de CH_4 , 3745 t/ano.km² de CO_2 e 0,25 t/ano.km² de N_2O , correspondentes a Cedofeita e Bonfim; o **concelho** de Braga, com emissões máximas de 12 t/ano.km² de CH_4 , 3147 t/ano.km² de CO_2 e 0,22 t/ano.km² de N_2O , na freguesia da Sé; e o **concelho** de Almada com 18 t/ano.km² de CH_4 , 5400 t/ano.km² de CO_2 e 0,35 t/ano.km² de N_2O na freguesia da Cova da Piedade. Embora com emissões relativamente mais baixas que as anteriores, ainda se destacam algumas freguesias dos concelhos de Viseu e Coimbra.

É ainda possível verificar, através desta análise da distribuição espacial das emissões dos poluentes por atividades relacionadas com a combustão residencial e comercial, que estas têm uma tendência que revela maiores emissões nas freguesias da zona do litoral, seguindo a distribuição do indicador pelo qual foram desagregadas, “indivíduos residentes” representada na Figura 10 [a]. No entanto, a relação entre estas distribuições não é direta, pois não é nas freguesias com um maior número de indivíduos residentes que se verificam as maiores emissões destes poluentes. Este facto ocorre devido à análise das emissões ser feita em função da área, pois se as emissões estivessem representadas em t/ano, a relação seria direta.

4.2.2 SNAP 3 – Combustão Industrial

A combustão industrial relaciona-se com atividades de combustão em caldeiras, turbinas a gás e motores estacionários e com processos com contacto (como fundições, produção primária e secundária de chumbo, zinco e cobre, produção secundária de alumínio, fornos de reaquecimento de aço e ferro, produção de cimento, betuminoso, vidro plano, recipiente de vidro, lã de vidro, lã mineral, tijolos e telhas, materiais cerâmicos, indústria do papel (processos de secagem), produção de magnésio, de níquel (processo térmico), de esmalte, etc. (CORINAIR, 94).

Os poluentes em estudo com emissões mais significativas provenientes da combustão industrial correspondem ao SO₂, NO₂, PM10, Cd, Hg e CO₂.

Para o SNAP 3 foram realizadas duas desagregações das emissões dos poluentes, uma delas com base no indicador “indivíduos residentes empregados no setor secundário”, correspondente à Figura 10 [b], e outra com base no indicador “número de indústrias por freguesia”, representada no anexo B. Para a obtenção dos dados referentes ao segundo indicador, foi feita uma correspondência entre os códigos utilizados pelo E-PRTR e os códigos do IPPC (Anexo A2), tornando, assim, possível relacionar os últimos com a SNAP3 (Anexo A1). Neste trabalho foi utilizada a desagregação obtida pelo indicador “indivíduos residentes empregados no setor secundário” pelo facto de ser mais exata, visto o indicador “número de indústrias por freguesia” ser incompleto e limitado apenas a determinadas freguesias, pois não contem todas as indústrias que deveriam pertencer ao grupo de dados. No entanto, se tivesse sido possível obter a informação completa relativa ao segundo indicador, este seria o mais apropriado, pois traduz mais corretamente as emissões provenientes de atividades de combustão industrial. Em algumas situações serão comparadas as duas desagregações, de forma a perceber-se melhor quais as principais diferenças.

Na Figura 17 observa-se a distribuição espacial relativa às emissões dos poluentes clássicos SO₂, NO₂, NH₃, COVNM e PM10.

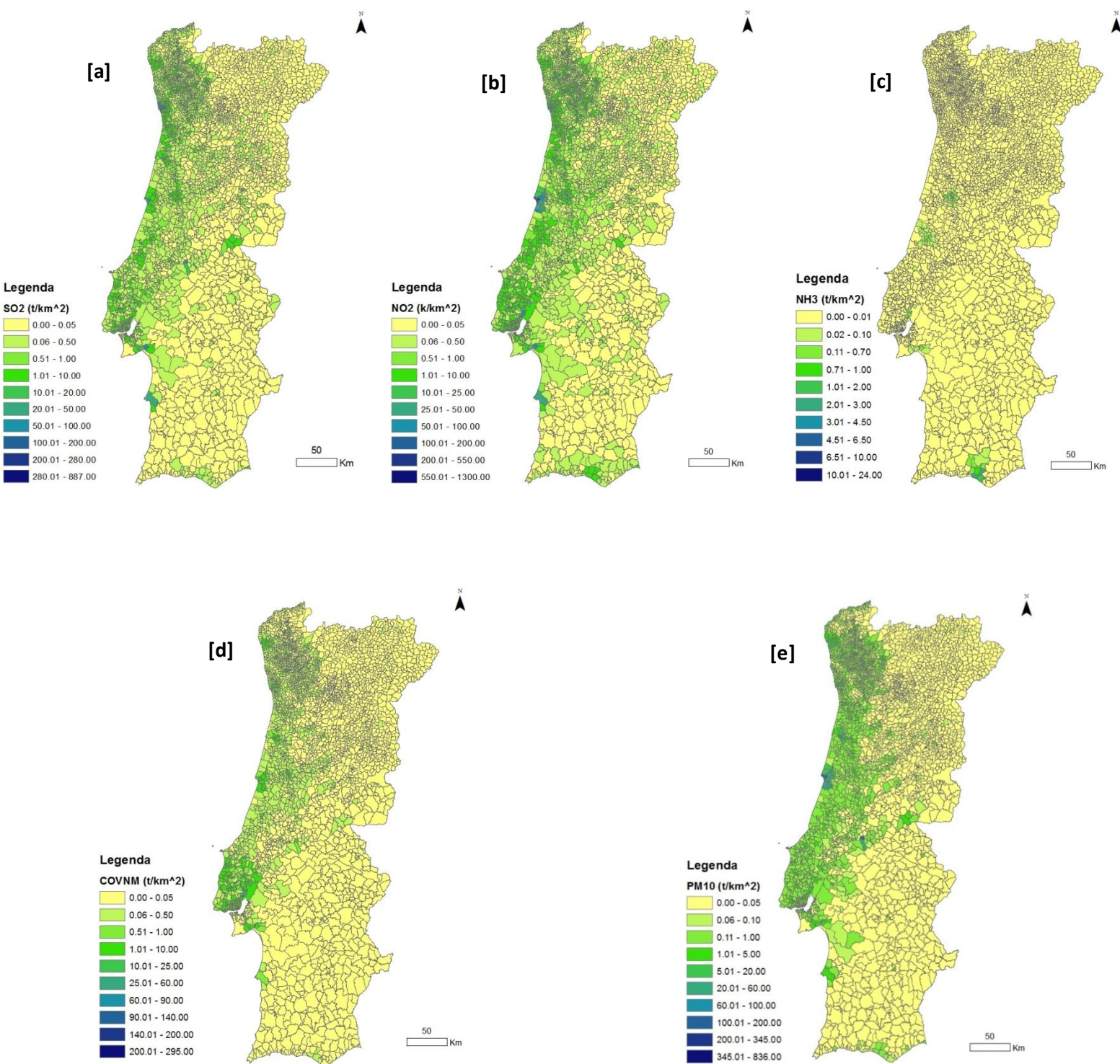


Figura 17. Desagregação das emissões de SO₂ [a], NO₂ [b], NH₃ [c], COVNM [d] e PM₁₀ [e] por freguesia para o SNAP3

Analisando as distribuições espaciais dos poluentes, verifica-se que todas elas seguem a distribuição do indicador “indivíduos residentes empregados no setor secundário” (Figura 10 [b]), em que a zona litoral apresenta uma maior quantidade de freguesias com emissões elevadas, comparativamente à zona do interior do país. Uma exceção deste facto é o NH_3 , que apresenta emissões bastante reduzidas, o que é de esperar visto que o SNAP 3 contribui pouco para as suas emissões (Figura 7). Os valores mais elevados deste poluente (superiores a $0,2 \text{ t/ano.km}^2$) verificam-se apenas nos **concelhos** de Coimbra, Leiria, Vila Franca de Xira, Setúbal e Loulé, sendo este último onde se verificam as emissões mais elevadas, de 3 t/ano.km^2 , provenientes da freguesia da Quarteira.

Relativamente ao SO_2 , as maiores emissões ocorrem em Matosinhos, com valores entre as 123 e 241 t/ano.km^2 nas **freguesias** de Matosinhos, São Mamede de Infesta, Custóias e Senhora da Hora, onde se verifica o valor máximo de emissão. Outros **concelhos** que se distinguem são:

- Figueira da Foz, com emissões de 99 t/ano.km^2 na freguesia de São Julião da Figueira da Foz e de 51 t/ano.km^2 na de Tavarede;
- Setúbal, com 95 t/ano.km^2 na freguesia de São Julião, 85 t/ano.km^2 em Santa Maria da Graça e 77 t/ano.km^2 em São Sebastião;
- Constância, na freguesia de Montalvo com 52 t/ano.km^2 .

As emissões mais elevadas de NO_2 são estimadas para o **concelho** da Figueira da Foz, onde a maioria das freguesias apresenta valores acima das 40 t/ano.km^2 , sendo os máximos de 533 t/ano.km^2 em São Julião da Figueira da Foz e 277 t/ano.km^2 em Tavarede. Com emissões significativas encontram-se ainda os concelhos:

- Vila Franca de Xira, com 192 t/ano.km^2 na freguesia Póvoa de Santa Iria, 83 t/ano.km^2 na de Alhandra, 74 t/ano.km^2 em Forte da Casa e 54 t/ano.km^2 em Alverca do Ribatejo;
- Setúbal, nas freguesias de São Julião, com 96 t/ano.km^2 , de Santa Maria da Graça, com 86 t/ano.km^2 e São Sebastião com 78 t/ano.km^2 ;
- Matosinhos, com 73 t/ano.km^2 na freguesia de Matosinhos e 58 t/ano.km^2 na de São Mamede de Infesta.

Na Figura 18 pode-se observar uma ampliação da zona Centro, traduzindo com maior pormenor os locais onde ocorrem os valores mais elevados das emissões de NO_2 para esta desagregação (Figura 18 [a]) e para a desagregação obtida através do indicador “número

de indústrias por freguesia” (Figura 18 [b]), correspondente ao Anexo B, Figura B2. Comparando os dois mapas, é possível verificar que a desagregação efetuada com o indicador “indivíduos residentes empregados no setor secundário”, exibe uma maior quantidade de freguesias com emissões mais elevadas do que na desagregação feita com o indicador “nº de indústrias por freguesia”, o que se justifica pelo facto de o segundo indicador apresentar uma menor variabilidade na distribuição geográfica das emissões que o primeiro, ou seja, as emissões encontram-se concentradas apenas em algumas freguesias.

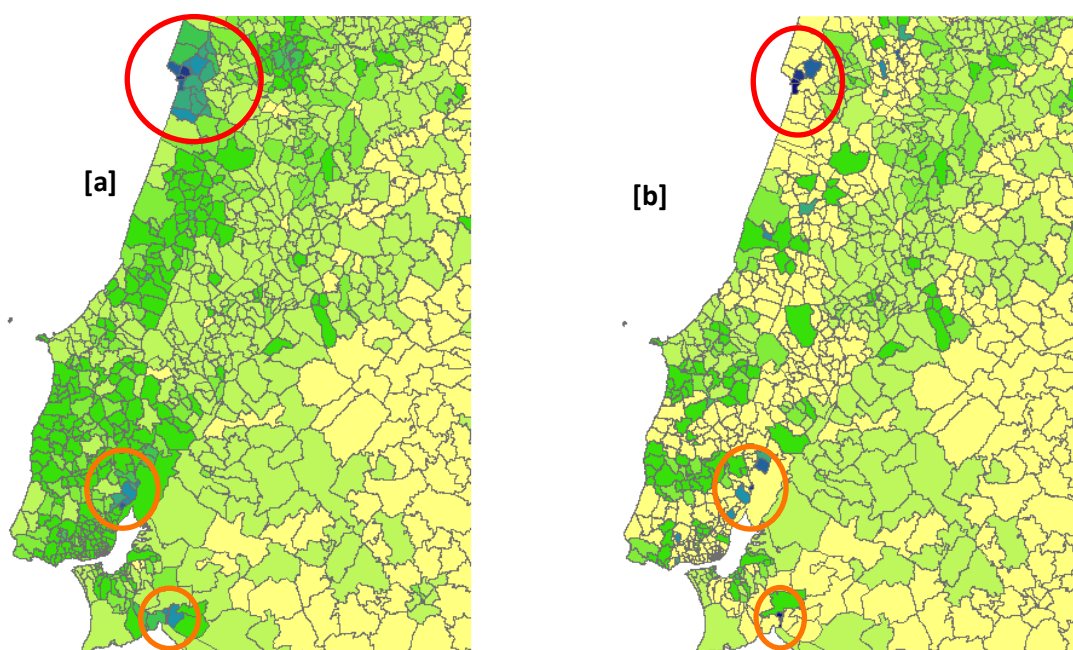


Figura 18. Ampliação para a zona Centro dos mapas obtidos pela desagregação das emissões de NO₂ utilizando o indicador "indivíduos residentes empregados no setor secundário" [a] e "nº de indústrias por freguesia" [b].

Verifica-se que para a desagregação obtida com base nos número de indivíduos empregados no setor secundário, todo o município da Figueira da Foz (circundado a vermelho) apresenta emissões expressivas nas suas freguesias, enquanto que no mapa da desagregação realizada pelo indicador do número de indústrias por freguesia, apenas se registam emissões nas freguesias de Alhadas, Tavarede, São Pedro, e São Julião da Figueira da Foz, com valores bastante superiores (cerca de 1292 t/ano.km² nesta última), o que seria de esperar visto que as emissões dizem respeito à localização específica das indústrias neste concelho, identificadas com base nos dados E-PRTR. Nos concelhos de Vila Franca de Xira e Setúbal (circundados a laranja), verifica-se o mesmo fenómeno, ou seja, as emissões não se encontram tão homogeneamente distribuídas na Figura 18 [b].

No caso dos COVNM, o **concelho** com emissões mais elevadas é o de Vila Franca de Xira, verificando-se o valor máximo na freguesia de Póvoa de Santa Iria (120 t/ano.km^2), e com as freguesias de Alhandra, Forte da Casa, Alverca do Ribatejo, Sobralinho e Vialonga com emissões entre as 25 e 52 t/ano.km^2 . Destacam-se ainda alguns concelhos com valores de emissões superiores as 10 t/ano.km^2 tais como Figueira da Foz, na freguesia de São Julião da Figueira da Foz; Sintra, em Monte Abraão e Massamá; Setúbal, em São Julião e Loures, na freguesia de Moscavide.

À semelhança do que se verificou para o NO_2 as emissões de PM_{10} mais elevadas localizam-se na **freguesia** de São Julião da Figueira da Foz, com cerca de 245 t/ano.km^2 , pertencente ao **concelho** da Figueira da Foz, onde também se destacam as freguesias de Tavarede, Buarcos e São Pedro com emissões entre as 87 e 178 t/ano.km^2 . Ainda com emissões emitidas em grandes quantidades distinguem-se as freguesias do concelho de Constância, com 182 t/ano.km^2 em Montalvo, 102 t/ano.km^2 em Constância e 36 t/ano.km^2 em Santa Maria da Coutada.

Em seguida será feita a mesma análise da desagregação das emissões dos metais pesados provenientes de combustão industrial, representadas na Figura 19.

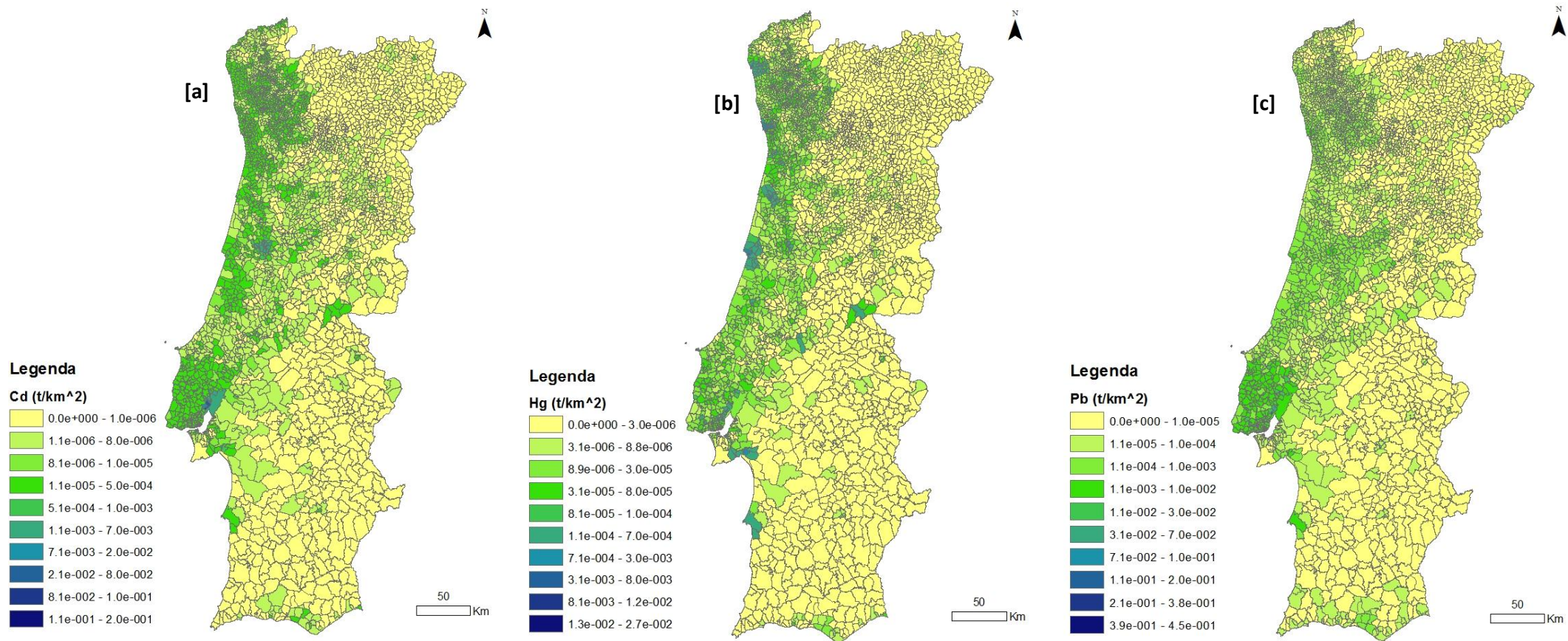


Figura 19. Desagregação das emissões de Cd [a], Hg [b], Pb [c] por freguesia para o SNAP3

Comparando as três distribuições espaciais das emissões dos metais pesados originadas por combustão industrial, verifica-se que são semelhantes entre si, sendo possível observar-se um claro aumento das emissões com a proximidade das freguesias ao litoral. No entanto, no mapa 19 [c], várias freguesias do interior também apresentam emissões (baixas) de chumbo.

Analisando individualmente as emissões de cada metal pesado, verifica-se que os valores mais elevados de Cd ocorrem no **concelho** de Vila Franca de Xira, sendo que as freguesias onde são emitidas maiores quantidades dos poluentes correspondem à Póvoa de Santa Iria, Alhandra e Forte da Casa, com 0,081 t/ano.km², 0,035 t/ano.km² e 0,031 t/ano.km², respetivamente. Com valores bastante mais baixos, ainda se destacam as **freguesias** Sé Nova, São Bartolomeu, Santo António dos Olivais, Eiras e Santa Clara, pertencentes ao **concelho** de Coimbra, com emissões que variam entre as 0,002 e 0,006 t/ano.km².

Em relação ao Hg distinguem-se vários **concelhos**:

- Figueira da Foz, com o valor máximo na freguesia São Julião da Figueira da Foz (3,9E-3 t/ano.km²);
- Matosinhos, sendo as freguesias Senhora da Hora e Matosinhos as que apresentam valores mais elevados, de 3,0E-3 t/ano.km² e 2,5E-3 t/ano.km², respetivamente;
- Setúbal, com 2,8E-3 t/ano.km² em São Julião e 2,5E-3 em Santa Maria da Graça.

Com **freguesias** onde são estimadas emissões superiores a 6E-4 t/ano.km² destacam-se ainda os **concelhos** Vila Franca de Xira, Viana do Castelo, Aveiro e Sines.

As emissões de Pb pela combustão industrial, tal como para o Cd, apresentam o máximo na freguesia Póvoa de Santa Iria de 0,12 t/ano.km². Também em Vila Franca de Xira, destacam-se as freguesias Alhandra e Forte da Casa, com 0,05 e 0,04 t/ano.km² respetivamente. Com emissões mais baixas, mas ainda assim que se distinguem (acima das 0,02 t/ano.km²), encontram-se as freguesias:

- Monte de Abraão, Massamá, Cacém, São Marcos e Agualva, no concelho de Sintra;
- Alverca do Ribatejo, Sobralinho e Vialonga, também em Vila Franca de Xira;
- Moscavide e Portela, em Loures;
- Carregado, em Alenquer;
- Socorro, em Lisboa.

A mesma análise relativa à distribuição espacial das emissões dos GEE é apresentada de seguida.

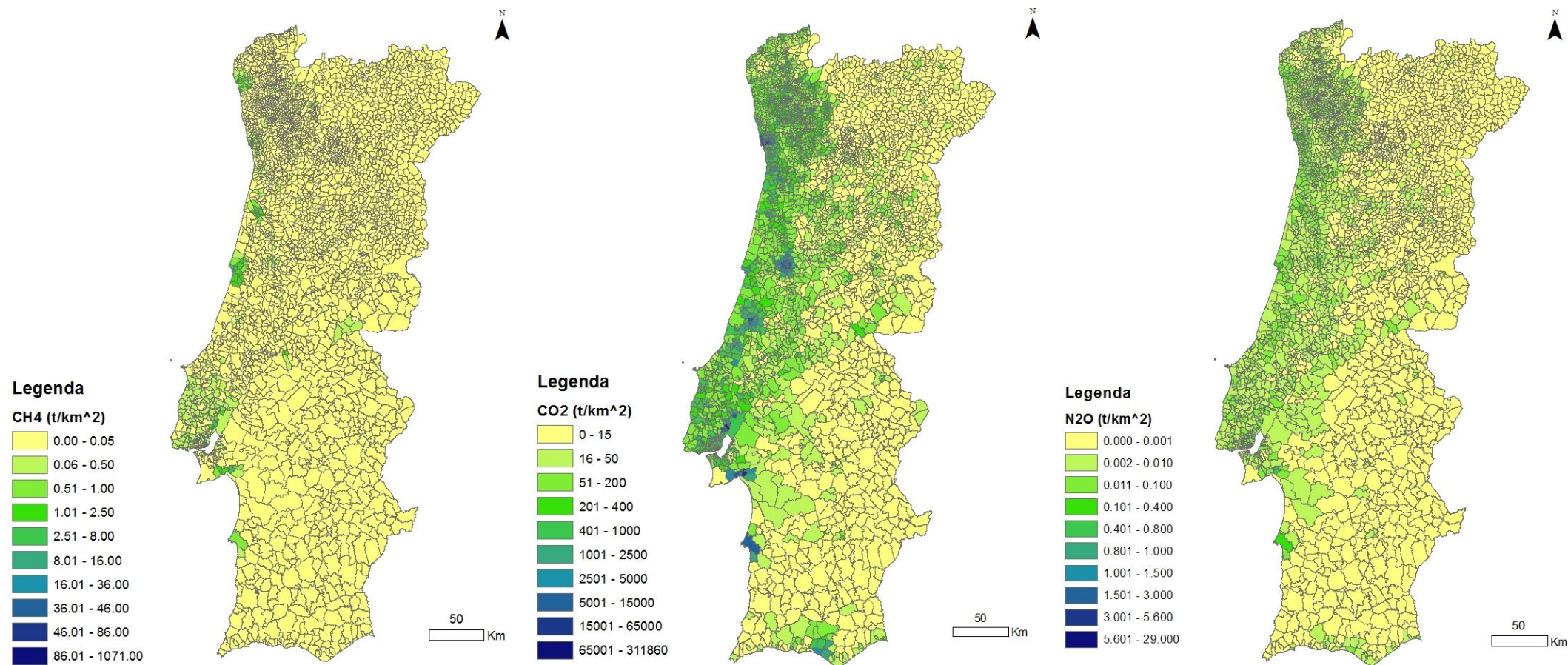


Figura 20. Desagregação das emissões de CH₄ [a], CO₂ [b], N₂O [c] por freguesia, para o SNAP3

O GEE com emissões mais significativas por parte de atividades de combustão industrial é o CO₂, como também é visível na Figura 9.

As emissões de CH₄ por combustão industrial são expressivas em poucas zonas, sendo as principais as **freguesias**:

- São Julião da Figueira da Foz, com 15 t/ano.km²,
- Póvoa de Santa Iria, em Vila Franca de Xira, com 12 t/ano.km², São Julião, Santa Maria da Graça e São Sebastião, pertencentes ao concelho de Setúbal e com emissões de 9 t/ano.km², 8 t/ano.km² e 7 t/ano.km², respetivamente;
- Alhandra, também no município de Vila Franca de Xira, com 7 t/ano.km².

O CO₂ apresenta emissões elevadas em várias freguesias. As doze com maiores valores estimados encontram-se no gráfico da Figura 21.

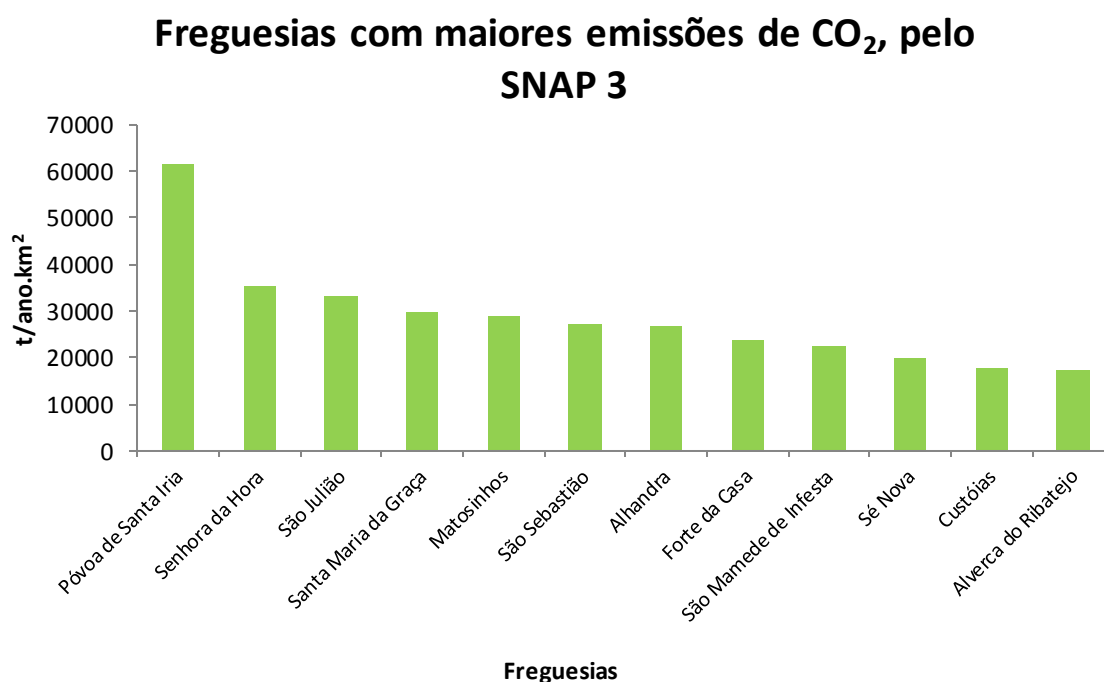


Figura 21. Freguesias com maiores emissões de CO₂ provenientes do SNAP 3

O valor mais elevado ocorre no concelho de Vila Franca de Xira, como se pode verificar, seguido pelos concelhos de Matosinhos, Setúbal, Coimbra, Sines, Leiria, Alcobaça e Barreiro, tendo freguesias com emissão superiores a 5000 t/ano.km².

Tal como o CH₄, a freguesia que traduz maiores emissões de N₂O é também São Julião da Figueira da Foz, com 0,60 t/ano.km², seguida das freguesias São Julião, em Setúbal, e Senhora da Hora, em Matosinhos, com 0,59 e 0,57 t/ano.km², respetivamente.

Em relação à comparação do mapeamento das emissões provenientes do SNAP 3 com a distribuição do seu indicador (Figura 10 [b]), verifica-se que, embora sejam idênticos, à semelhança do SNAP 2, também existem zonas que não coincidem, como é exemplo a **freguesia** de Castelo Branco, que tem um número elevado de indivíduos residentes empregados no setor secundário e um baixo valor de emissões, enquanto que as freguesias pertencentes a Vila Velha do Ródão apresentam emissões bastante elevadas e um baixo valor associado ao indicador.

4.2.3 SNAP 4 – Processos de Produção

O setor dos processos de produção engloba processos na indústria do petróleo (como o processamento de produtos petrolíferos, instalações de recuperação de enxofre, armazenamento e manuseamento de produtos em refinaria, etc.); na indústria do ferro e aço; na indústria metalúrgica de metais não-ferrosos; na indústria química orgânica e inorgânica; e na indústria da madeira, pasta de papel, celulose, alimentar e bebidas (CORINAIR 94).

A desagregação das emissões do SNAP4 teve como indicador o número de indústrias transformadoras por freguesia (Figura 11).

A análise espacial das emissões por processos de produção foi realizada apenas para os poluentes clássicos e GEE, uma vez que não se verificam emissões de metais pesados por este setor. As emissões mais significativas provenientes dos processos de produção são referentes às PM10 e aos COVNM.

As Figura 22 e 23 referem-se aos poluentes clássicos SO₂, NO₂, NH₃, COVNM e PM10.

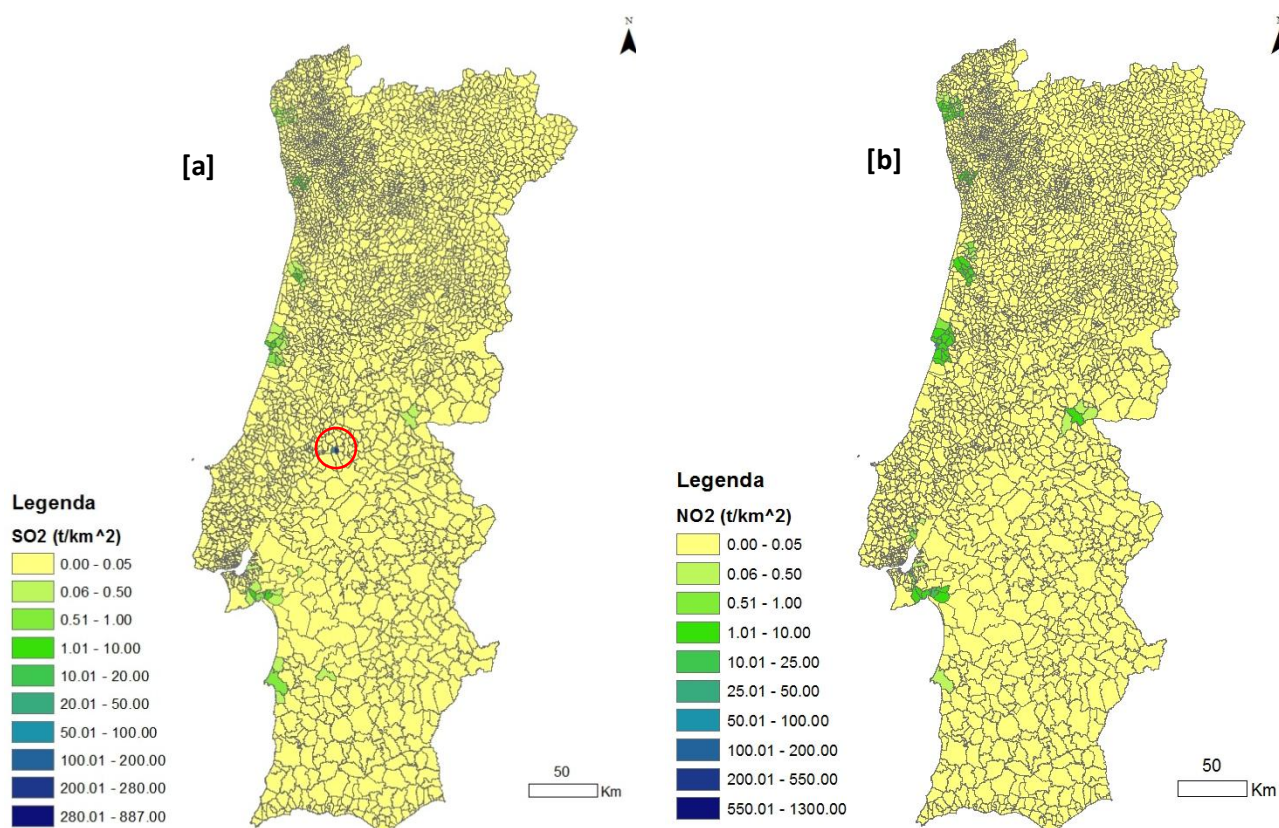


Figura 22. Desagregação das emissões de SO₂ [a] e NO₂ [b], por freguesia, para o SNAP 4.

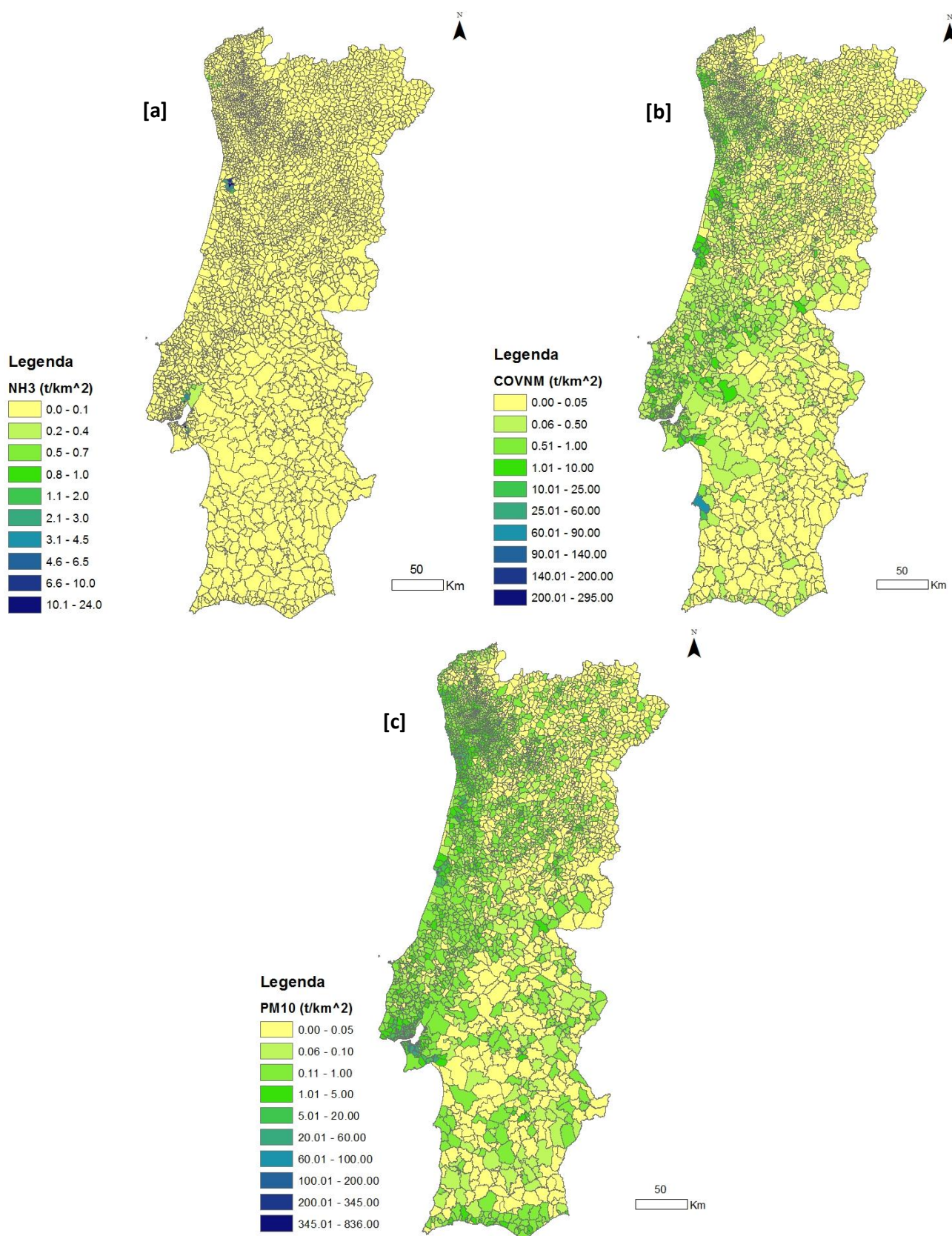


Figura 23. Desagregação das emissões de NH₃ [a], COVNM [b] e PM₁₀ [c], por freguesia, para o SNAP 4.

Analisando a Figura 22 [a] é possível constatar que o setor de processos de produção não tem emissões de SO₂ muito significativas, visto que estas não ultrapassam as 0,05 t/ano.km² na maioria das localidades. No entanto, no **concelho** de Constância, as freguesias de Montalvo e Constância destacam-se com emissões de 280 t/ano.km² e de 58 t/ano.km², respetivamente. Ainda se distinguem outras **freguesias** com valores superiores a 2 t/ano.km², nomeadamente:

- São Julião da Figueira da Foz, São Pedro e Brenha (na Figueira da Foz);
- Santa Maria da Graça, São Julião e São Sebastião (pertencentes a Setúbal);
- Gueifães, Vermoim, Pedrouços, Maia e Milheirós (na Maia);
- Barroelas (em Viana do Castelo).

No município de Constância há uma quantidade pequena de indústrias transformadoras (44), no entanto, a maior percentagem é relativa a indústrias de fabricação de produtos metálicos (14). Nos restantes concelhos anteriormente referidos também se verifica a existência de bastantes indústrias deste tipo, bem como indústrias do vestuário e indústrias alimentares (Anexo D).

Relativamente ao NO₂ (Figura 22 [b]) também não se verifica uma grande quantidade de freguesias com emissões elevadas provenientes de processos de produção. Como exceção, evidenciam-se as **freguesias**:

- São Julião da Figueira da Foz com 65 t/ano.km², São Pedro com 33 t/ano.km², Brenha com 20 t/ano.km² e Tavarede com 9 t/ano.km², pertencentes à Figueira da Foz;
- Santa Maria da Graça com 24 t/ano.km² e São Julião com 18 t/ano.km², em Setúbal;
- Barroelas com 18 t/ano.km² e Santa Maria Maior com 10 t/ano.km² em Viana do Castelo;
- E as freguesias de São Bernardo e Glória, pertencentes a Aveiro, com 8 t/ano.km² em cada.

Em Aveiro, tal como já foi verificado para os restantes concelhos com emissões elevadas de NO₂, existem bastantes indústrias de fabricação de produtos metálicos e indústrias alimentares, e destacam-se ainda as indústrias de fabrico de outros produtos minerais não metálicos (Anexo D).

O NH₃ (Figura 23 [a]) apresenta emissões inferiores a 0,1 t/ano.km² em praticamente todo o país, distinguindo-se apenas os **concelhos**:

- Barreiro, para onde são estimados os valores mais elevados deste poluente: 24 t/ano.km² na freguesia do Barreiro, 20 t/ano.km² no Alto do Seixalinho e 14 t/ano.km² em Santo André;
- Estarreja, com as maiores emissões em Beduído (13 t/ano.km²) e em Avanca (8 t/ano.km²);
- Vila Franca de Xira, alcançando as 11 t/ano.km² em Póvoa de Santa Iria;
- Viana do Castelo, embora com emissões bastante mais baixas (o máximo é de 2 t/ano.km² em Barroelas).

Nestes concelhos, a grande parte das indústrias transformadoras também é de fabricação de produtos metálicos, de vestuário e alimentares (Anexo D).

Diferenciando-se dos poluentes já analisados para este SNAP, os COVNM (Figura 23 [b]) e as PM10 (Figura 23 [c]) apresentam uma maior homogeneidade na distribuição das suas emissões, existindo um maior número de freguesias que emitem quantidades significativas destes poluentes. No caso dos COVNM é mais visível a tendência do aumento de emissões com a proximidade das freguesias ao litoral. Onde se verificam os valores mais elevados é na freguesia de São Julião da Figueira da Foz, com 92 t/ano.km² estimadas. Destacam-se também, as **freguesias**:

- Sines, com 62 t/ano.km²;
- São Pedro, no concelho de Figueira da Foz, com 47 t/ano.km²;
- Paredes, em Penafiel, com 40 t/ano.km²;
- Santa Maria da Graça e São Julião, em Setúbal, com 36 e 26 t/ano.km², respetivamente.

O tipo de indústrias que se verifica mais em Sines também são as de fabricação de produtos metálicos, no entanto, em Penafiel a grande parte das indústrias são de fabrico de mobiliário e de colchões, bem como de vestuário (Anexo D).

No caso das PM10, verifica-se que apesar das emissões mais elevadas serem maioritariamente nas freguesias do litoral, também existem bastantes freguesias da zona interior do país com emissões expressivas. Os concelhos onde ocorrem as maiores emissões deste poluente são Lisboa, Figueira da Foz, Coimbra, Seixal, Penafiel, Porto e Barcelos, podendo-se observar na Figura 24 as respetivas freguesias. O tipo de indústrias verificadas em maior quantidade nestes concelhos são as indústrias de vestuário e de fabricação de produtos metálicos (Anexo D).

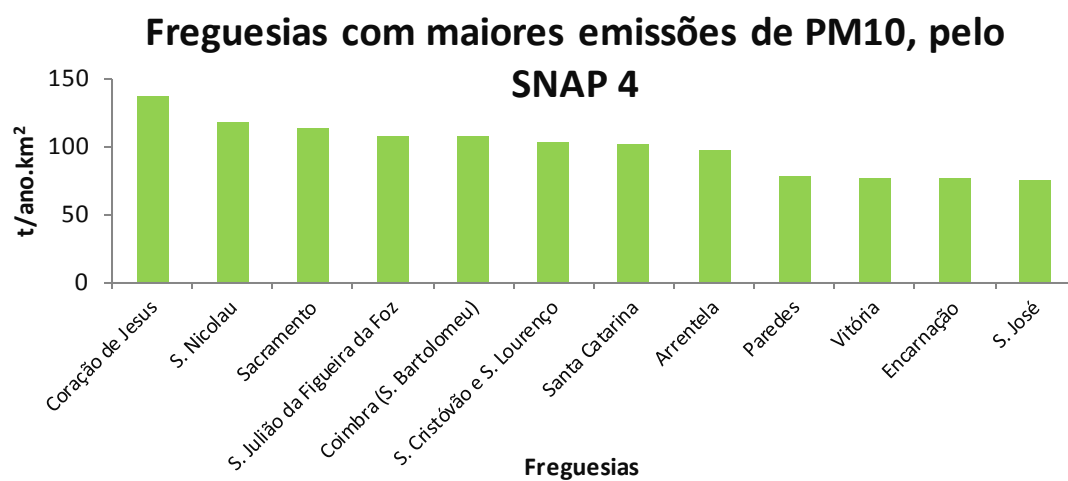


Figura 24. Freguesias com maiores emissões de PM10 provenientes do SNAP 4

Seguidamente são apresentadas as emissões dos três GEE em estudo: CH₄, CO₂ e N₂O.

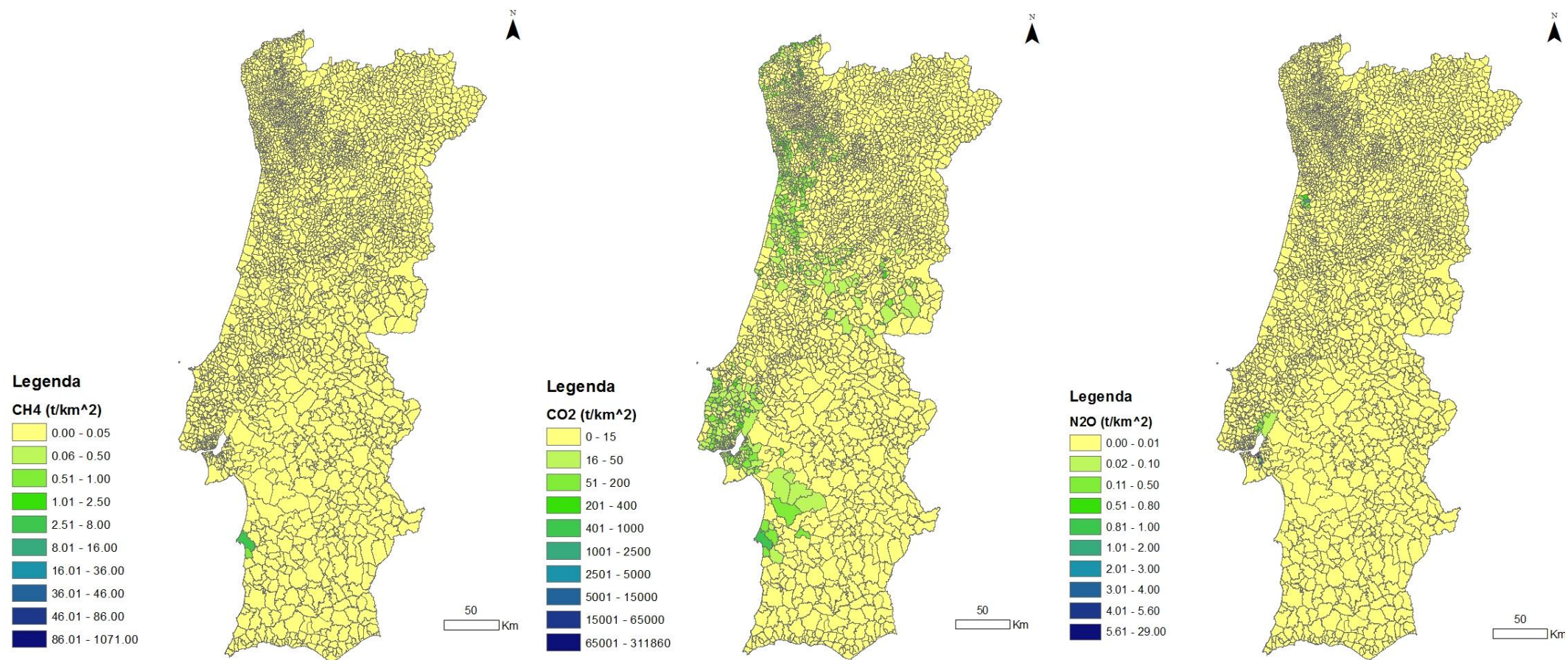


Figura 25. Desagregação das emissões de CH₄ [a], CO₂ [b] e N₂O [c], por freguesia, para o SNAP 4.

É possível constatar que não existem emissões muito significativas destes poluentes pelo setor referente aos processos de produção.

O CH₄ apresenta emissões superiores a 0,05 t/ano.km² apenas no concelho de Sines, sendo que na freguesia de Sines são emitidas 2,6 t/ano.km² e em Porto Covo 0,7 2,6 t/ano.km².

Relativamente ao CO₂, o valor máximo ocorre no concelho e freguesia Ponte da Barca, e é de 2869 t/ano.km². Destacam-se ainda, com emissões superiores a 500 t/ano.km², outras freguesias de variados concelhos, representadas no gráfico da Figura 26.

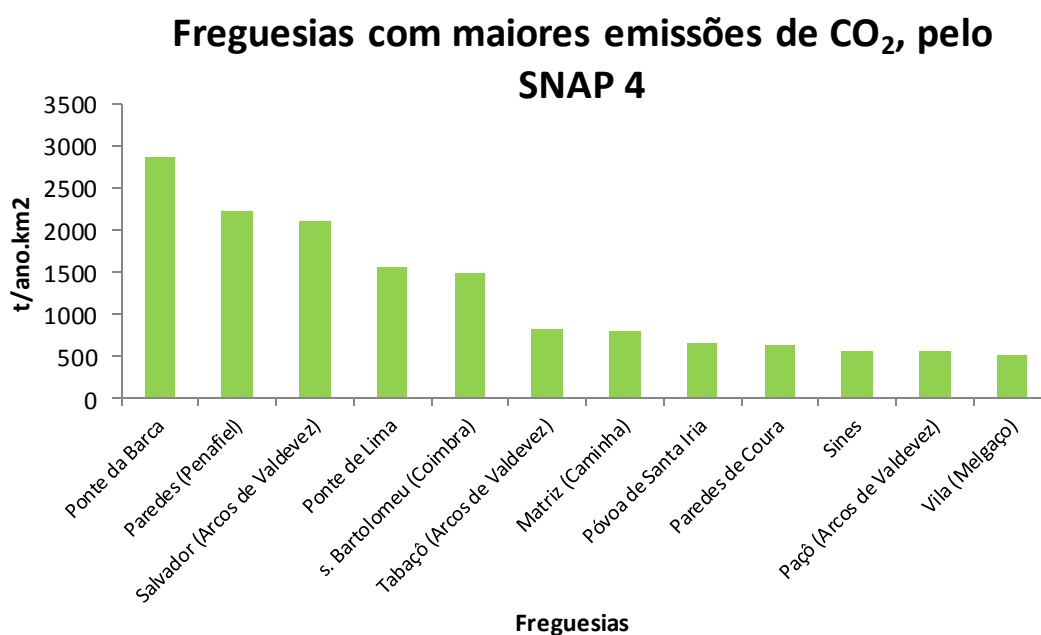


Figura 26. Freguesias com maiores emissões de CO₂ provenientes do SNAP 4

Nos concelhos de Ponte da Barca, Ponte de Lima, Arcos de Valdevez e Sines verifica-se um grande número de indústrias de madeira e cortiça, podendo ser uma forte fonte emissora deste poluente.

Relativamente ao N₂O, destacam-se, com elevadas emissões, as freguesias do concelho do Barreiro, como se pode verificar na Figura 27, sendo q a maior ocorre no Barreiro e é de 29 t/ano.km². Ainda se destacam, com emissões superiores a 0,01 t/ano.km², os **municípios** de Estarreja e Vila Franca de Xira (visível também na Figura 27).

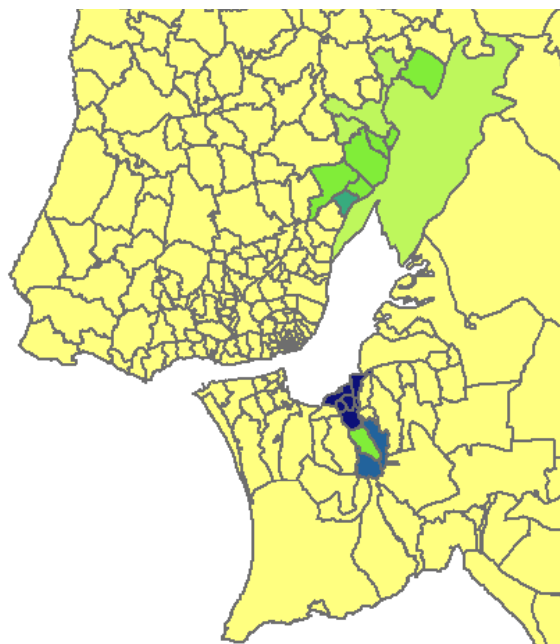


Figura 27. Ampliação da desagregação das emissões de N₂O na zona litoral centro

É ainda de notar que as indústrias transformadoras de Sines não emitem N₂O, embora revelem emissões significativas dos dois outros GEE em estudo.

Como já sucedeu em sectores de atividade e para poluentes anteriormente analisados, comparando esta distribuição com a distribuição do indicador utilizado para a desagregação do SNAP 4 (número de indústrias transformadoras), verifica-se que nem sempre é nas freguesias em que há mais indústrias deste tipo que ocorrem as emissões mais significativas. Pode-se verificar isso, novamente, nas freguesias de Castelo Branco e Vila Velha de Ródão, em que há um número bastante mais elevado de indústrias na primeira, e no entanto, as emissões de COVNM em Vila Velha do Ródão são consideravelmente mais elevadas que em Castelo Branco. Analisando as emissões totais por concelho (Anexo C), verifica-se que para vários poluentes, este concelho apresenta valores elevados.

4.2.4 SNAP 6 – Uso de solventes

As atividades incluídas neste setor são referentes à aplicação de tintas (envolvidas na fabricação e reparação de automóveis, construção de edifícios, uso doméstico, etc.); ao desgorduramento, limpeza a seco; à fabricação ou processamento de produtos químicos (como o processamento de poliéster, borracha, produtos farmacêuticos; na fabricação de tintas, colas, asfalto, adesivos, fitas magnéticas, filmes e fotografias; e no acabamento têxtil e de curtumes); ao uso de solventes e outras atividades relacionadas, como a produção de lã de vidro e lã mineral, a indústria gráfica, a preservação da madeira, tratamento e conservação de veículos e uso doméstico de solventes (exceto tintas aplicativo); e à utilização de HFC (hidrofluorcarbonetos), N_2O , NH_3 e PFC (perfluorocarbonos) através de anestésias, equipamentos de refrigeração e ar condicionado, extintores de incêndio, aerossóis e equipamentos elétricos (CORINAIR 94).

A desagregação deste setor foi feita tendo por base o indicador “número de indivíduos residentes por freguesia”, apresentado na Figura 10 [a]. Apesar do uso de solventes estar dependente da população, o número de indivíduos por freguesia pode nem sempre traduzir exatamente a quantidade utilizada (visto existirem outras fontes emissoras, como indústrias, etc.); no entanto, foi necessário optar por este indicador, visto não ser possível aceder a dados por freguesia mais apropriados.

As emissões significativas provenientes do uso de solventes dizem respeito apenas aos COVNM e ao CO_2 (sendo as destes também muito baixas), portanto, os restantes poluentes não serão referidos para este setor.

A Figura 28 exprime a distribuição das emissões destes dois poluentes em Portugal.

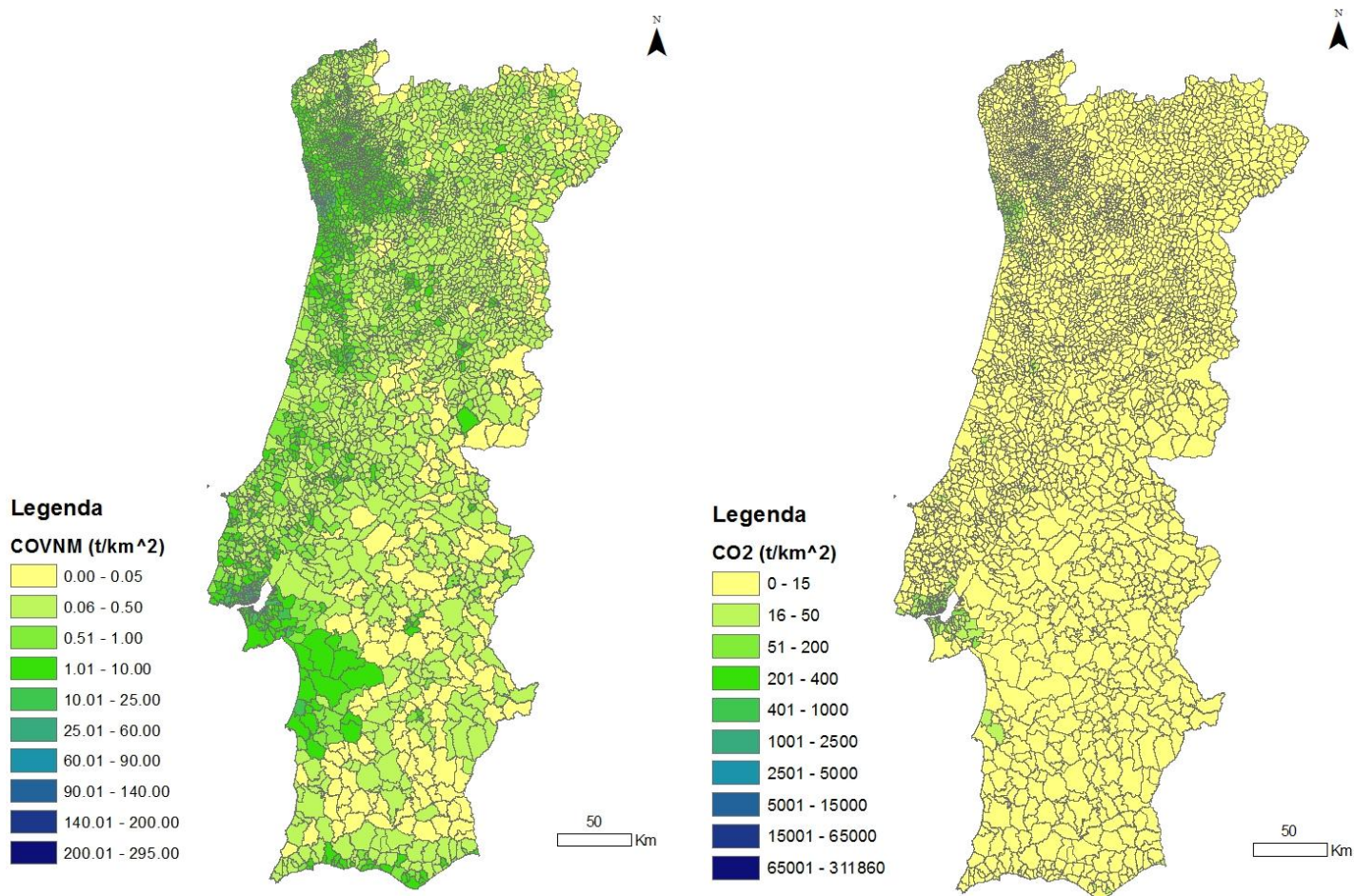


Figura 28. Desagregação das emissões de COVNM [a] e de CO₂ [b], por freguesia, para o SNAP 6.

Os COVNM emitidos pelo uso de solventes apresentam uma distribuição heterógena: valores mais elevados junto ao litoral. Esta distribuição espacial das emissões de COVNM apresenta o padrão da distribuição demográfica exposta na Figura 10 [a].

Na Figura 29 são apresentadas as doze freguesias com emissões mais elevadas, verificando-se que o máximo é de 142 t/ano.km² e que ocorre na freguesia de São Miguel, pertencente ao concelho de Lisboa. Além das freguesias Reboleira, pertencente à Amadora, Cova da Piedade, em Almada e Monte Abraão, em Sintra, as restantes incluídas neste grupo também pertencem a Lisboa.

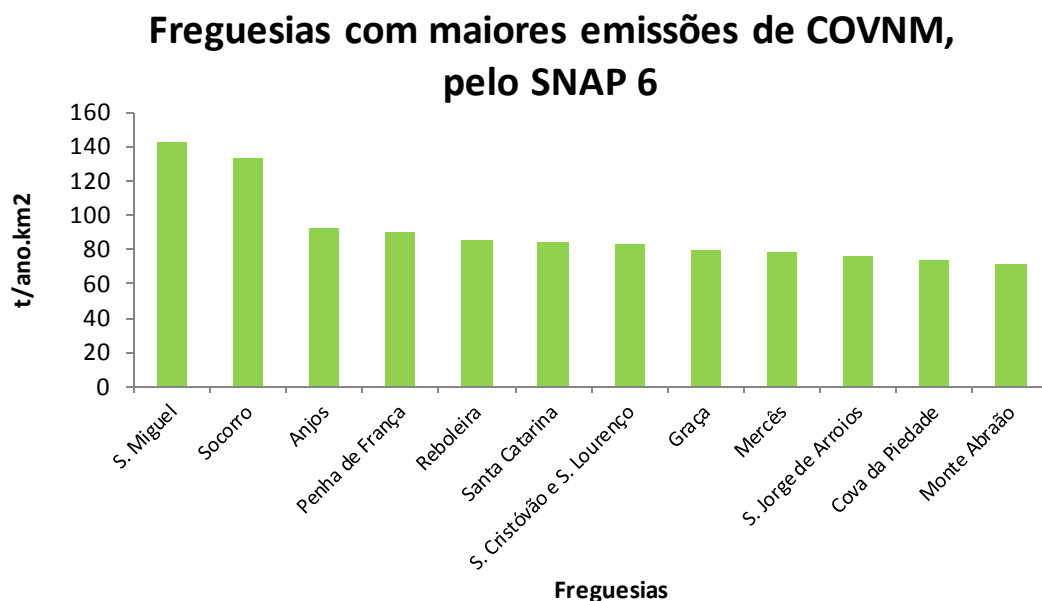


Figura 29. Freguesias com maiores emissões de COVNM provenientes do SNAP 6

Destacam-se ainda, com valores superiores a 25 t/ano.km², freguesias do concelho de Braga e Vila do Conde e dos distritos do Porto e de Setúbal, todos eles localizados em zonas de grande densidade populacional e industrial.

Relativamente ao CO₂ emitido pelo uso de solventes, verifica-se que as suas emissões são pouco significativas, mostrando-se superiores a 15 t/ano.km² num número reduzido de freguesias. No entanto, a distribuição é bastante semelhante com a analisada anteriormente, sendo que os valores mais elevados de CO₂ ocorrem nas mesmas freguesias em que foram estimadas as maiores emissões de COVNM: São Miguel, com 443 t/ano.km², Socorro, com 415 t/ano.km² e Anjos com 288 t/ano.km².

4.2.5 SNAP 9 – Tratamento e Eliminação de Resíduos

Este setor caracteriza-se por atividades associadas à incineração de resíduos; deposição de resíduos sólidos no solo; queima de resíduos agrícolas a céu aberto; cremação; e outros tratamentos de resíduos (tratamento de águas residuais na indústria e em ambientes residenciais e comerciais, tratamento de lamas, enchimento de aterros, produção de biogás, produção de combustíveis derivados de desperdícios e fossas sépticas) (CORINAIR 94).

As emissões do SNAP 9 foram desagregadas considerando o número de indivíduos residentes em cada freguesia, visto que os resíduos produzidos estão fortemente relacionados com quantidade populacional.

Neste setor não existem emissões de SO₂ significativas (acima de 0,5 t/ano.km²), pelo que o mapa para este poluente não será apresentado. São apenas apresentadas na Figura 30 as emissões relativas ao NO₂, NH₃, PM10 e COVNM.

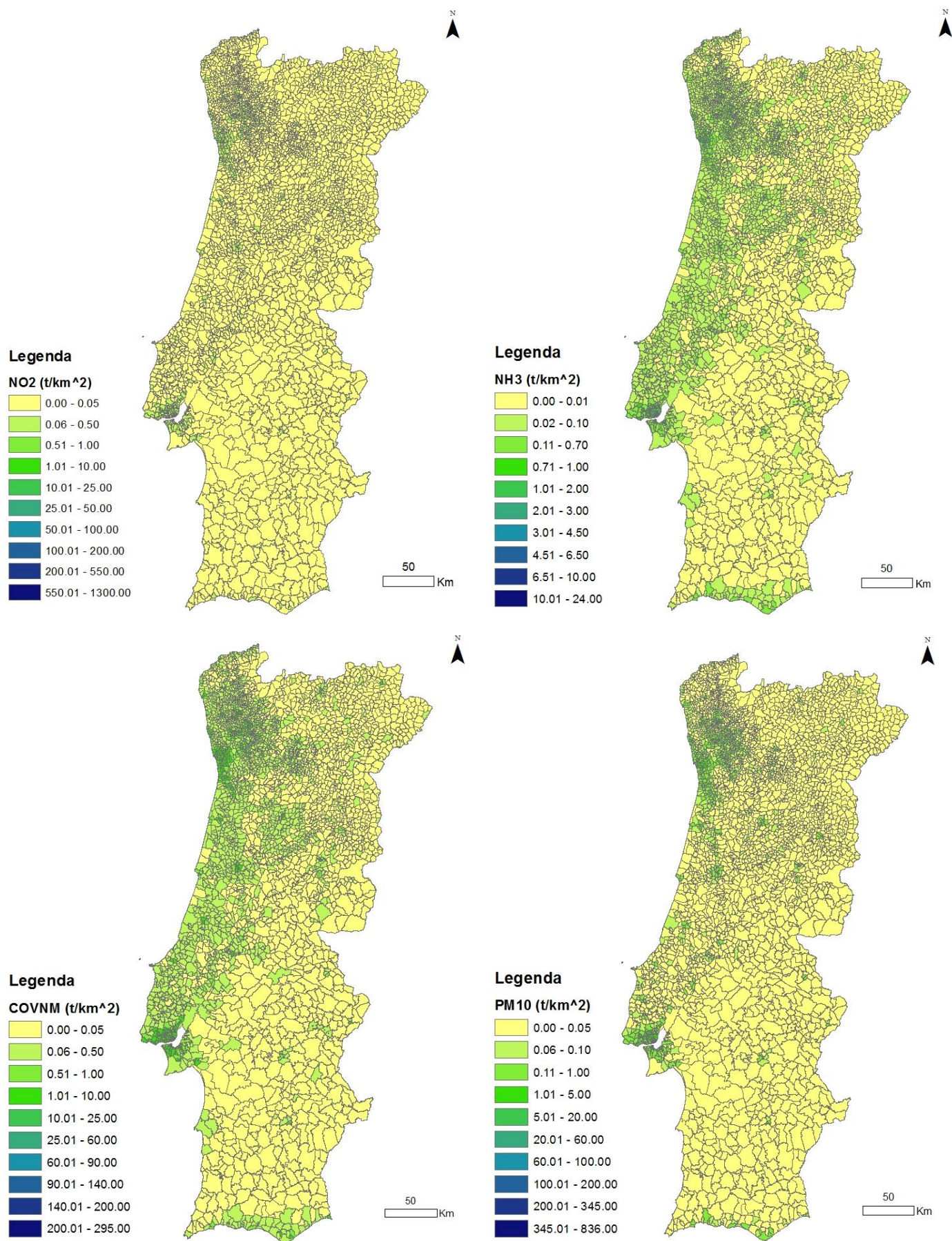


Figura 30. Desagregação das emissões de NO₂ [a], NH₃ [b], COVNM [c] e PM₁₀ [d], por freguesia, para o SNAP 9.

Nas distribuições espaciais dos quatro poluentes pode-se verificar que existe um maior número de freguesias junto do litoral com emissões mais significativas, seguindo a distribuição espacial do indicador “indivíduos residentes”, representada na Figura 10 [a]. É ainda possível verificar-se que as emissões de NO₂, provenientes do tratamento e eliminação de resíduos, são praticamente irrelevantes comparativamente com as emissões de outros setores.

As doze freguesias onde ocorrem os valores de emissão mais elevados são comuns aos quatro poluentes: São Miguel, Socorro, Anjos, Penha da França, Santa Catarina, São Cristóvão e São Lourenço, Graça, Mercês, São Jorge de Arroios, Alvalade e Santo Condestável, pertencentes ao concelho de Lisboa; e Reboleira, pertencente à Amadora. Os valores associados a cada um deles são apresentados no gráfico da Figura 31.

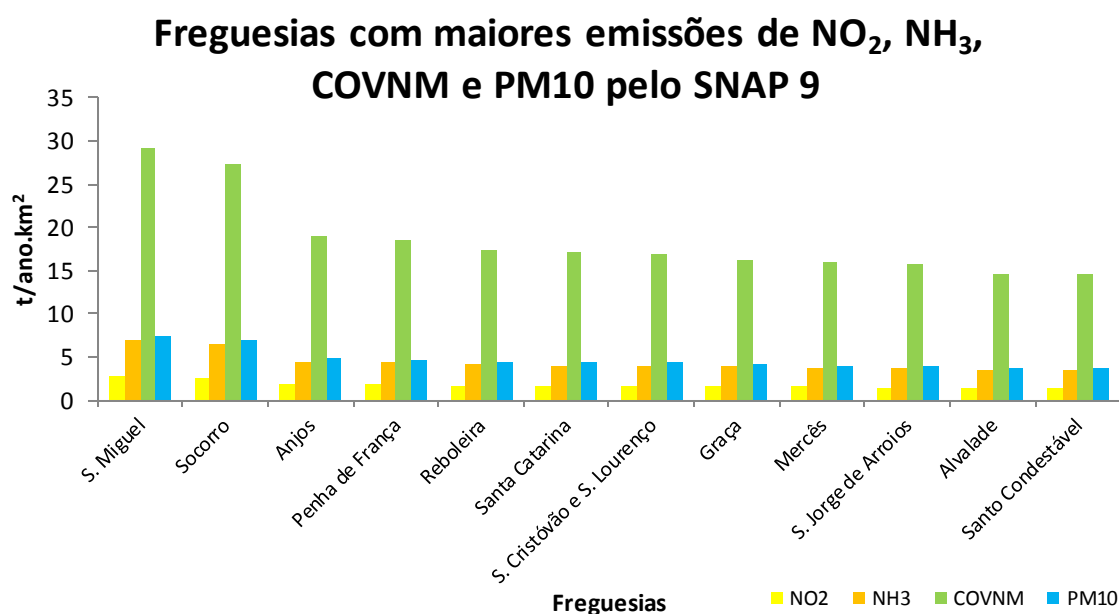


Figura 31. Freguesias com maiores emissões de NO₂, NH₃, COVNM e PM10, provenientes do SNAP 9

Além destas, ainda se destacam as freguesias pertencentes aos concelhos de Braga, Porto, Sintra, Oeiras, Odivelas e Setúbal.

A Figura 32 é referente à distribuição em Portugal das emissões do Pb pelo tratamento e eliminação de resíduos (o único metal pesado com emissões significativas, dado que as emissões de Cd não ultrapassavam 1E-7 t/ano.km² e as de Hg tinham um máximo de apenas 1E-5 t/ano.km²). As emissões deste poluente provêm unicamente de atividades associadas à inceneração de resíduos (INERPA, 2011).

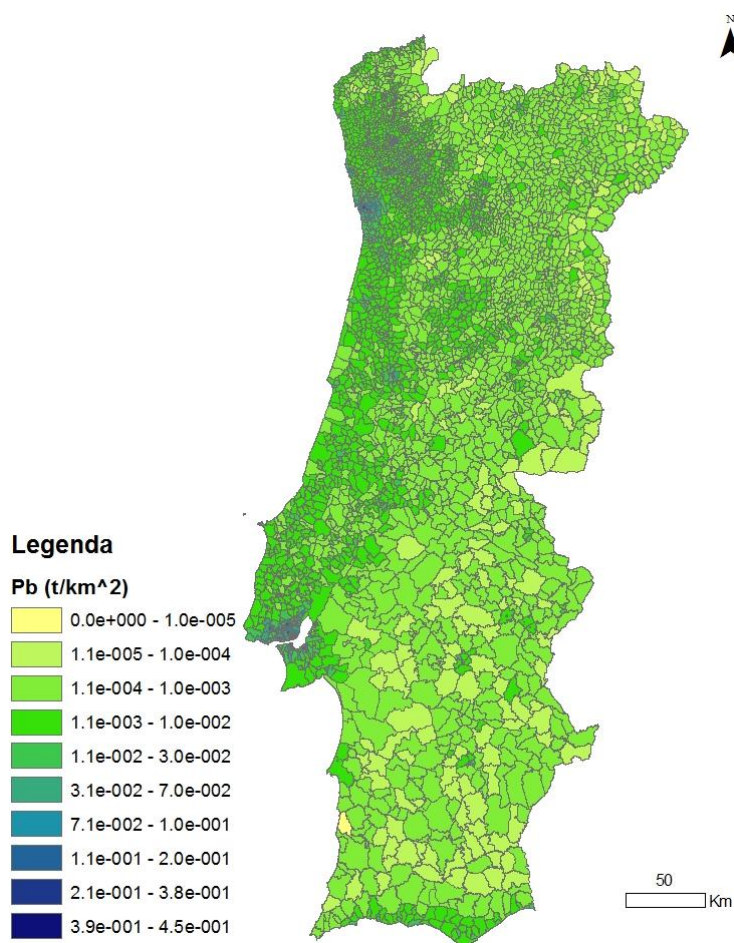


Figura 32. Desagregação das emissões de Pb, por freguesia, para a SNAP 9

Verifica-se que praticamente em todas as freguesias do país são estimadas emissões significativas de Pb provenientes do tratamento e eliminação de resíduos. Tal como os poluentes já analisados para este setor, os valores mais elevados ocorrem no município de Lisboa: Na freguesia São Miguel, com 0,42 t/ano.km²; Socorro, com 0,40 t/ano.km²; e Anjos, com 0,28 t/ano.km². Destacam-se também, com valores superiores a 0,1 t/ano.km², as freguesias:

- Brandoa, Buraca, Damaia, Falagueira, Reboleira, e Alfoanelos (na Amadora);
- Massamá, Monte Abraão e Cacém (em Sintra);
- Almada e Cova da Piedade (em Almada);
- Moscavide e Portela (em Loures);
- Verderena e Alto do Seixalinho (no Barreiro);
- Algés e Linda-a-Velha (em Oeiras);
- Bonfim, Cedofeita, Ramalde, Santo Ildefonso, São Nicolau e Sé (no Porto)

- Sé (em Braga)
- São Mamede (em Évora)

Seguidamente será feita a mesma análise para os GEE emitidos pelo SNAP 9.

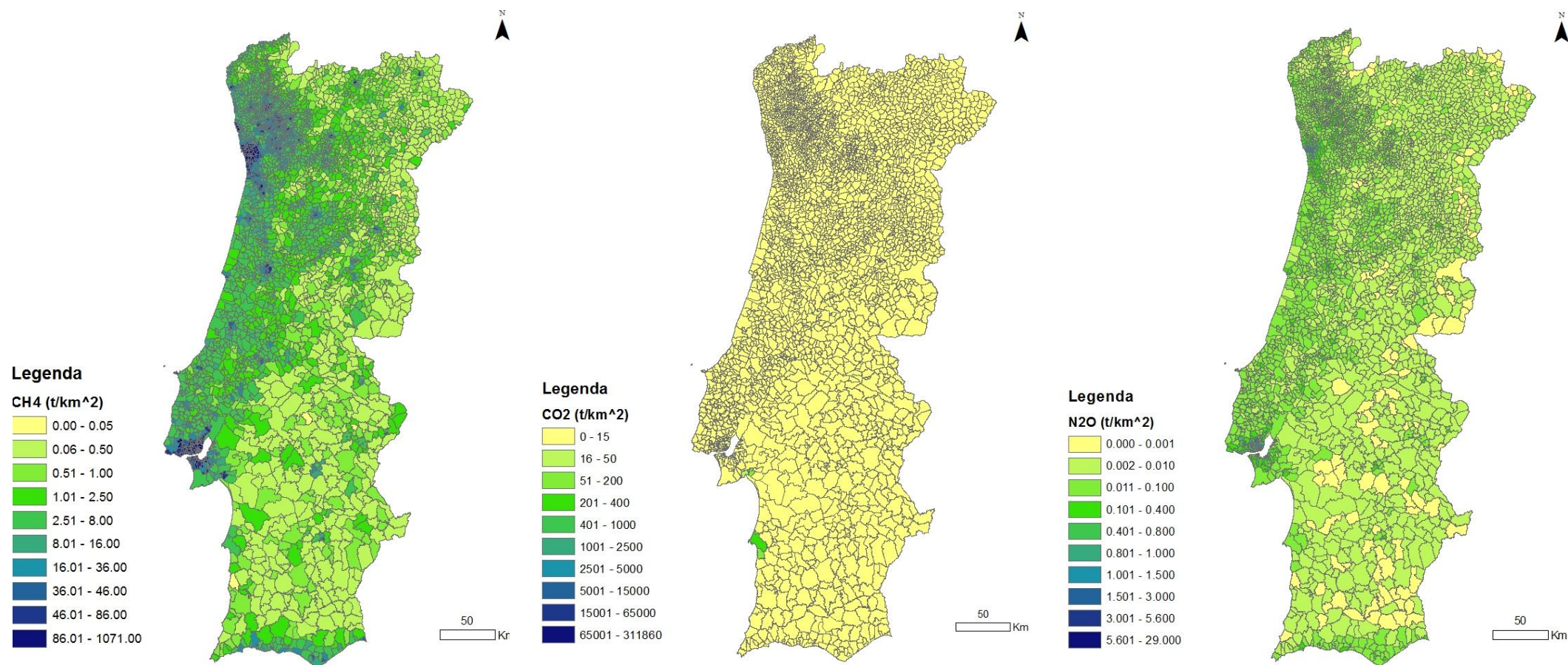


Figura 33. Desagregação das emissões de CH₄, CO₂ e N₂O por freguesia, para a SNAP 9

Observando a Figura 33 constata-se que são emitidas quantidades significativas de CH_4 e de N_2O por atividades relacionadas com o tratamento e eliminação de resíduos (que também é visível através da Figura 9). Para ambos os poluentes, verifica-se que as emissões mais elevadas ocorrem nas freguesias do litoral (embora seja mais visível no caso do CH_4), sendo que o máximo é de 1070 t/ano.km² de CH_4 e de 5 t/ano.km² de N_2O na freguesia São Miguel. As restantes freguesias em que se destacam as emissões destes dois poluentes correspondem às referidas anteriormente, para o Pb:

- Brandoa, Buraca, Damaia, Falagueira, Reboleira, e Alfozinhos, no concelho da Amadora;
- Massamá, Monte Abraão e Cacém, no concelho de Sintra;
- Almada e Cova da Piedade, no concelho de Almada;
- Moscavide e Portela, no concelho de Loures;
- Verderena e Alto do Seixalinho, no concelho do Barreiro;
- Algés e Linda-a-Velha, no concelho de Oeiras;
- Bonfim, Cedofeita, Ramalde, Santo Ildefonso, São Nicolau e Sé, no concelho do Porto;
- Sé, no concelho de Braga;
- São Mamede, no concelho de Évora.

Além destas freguesias, para o CH_4 , ainda se destacam muitas outras com emissões acima das 40 t/ano.km², pertencentes aos distritos do Porto, Braga, Lisboa e Setúbal. Para que haja uma maior perceção desta distribuição espacial, na Figura 34 são apresentadas as ampliações das zonas em questão.

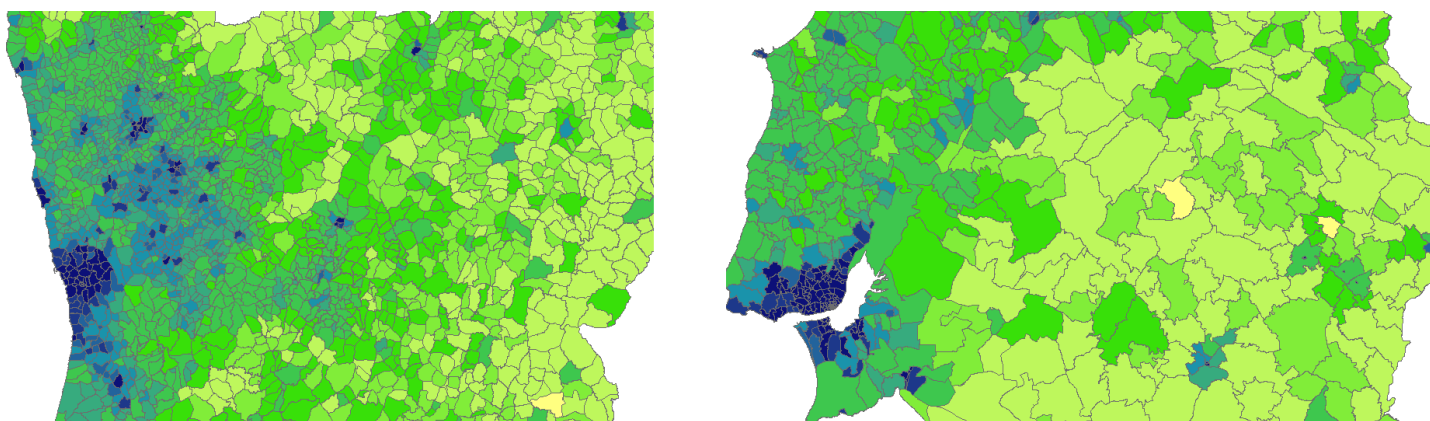


Figura 34. Ampliação da distribuição espacial das emissões de CH_4 nas zonas do Norte e Centro

Relativamente ao CO₂ as emissões estimadas são bastante baixas, atingindo o valor máximo em Sines de 252 t/ano.km². São Julião, Santa Maria de Graça e São Sebastião, no concelho de Setúbal, e ainda Porto Covo, no concelho de Sines, também se destacam com valores entre as 60 e as 111 t/ano.km².

4.2.6 SNAP 10 – Agricultura e Pecuária

A agricultura e a pecuária consistem em atividades relacionadas com culturas com adubos (fertilizantes em terras agrícolas); culturas sem adubos; fermentação entérica, na criação de gado; fertilizante de origem animal; uso de pesticidas; e ainda movimentação de florestas (CORINAIR 94).

A desagregação das emissões para o SNAP 10 foi efetuada com base no indicador “superfície agrícola utilizada” representado na Figura 12, e obtida através da base de dados do INE.

Estas atividades não mostram emissões significativas de SO_2 (máximo de $0,02 \text{ t/ano.km}^2$), NO_2 (máximo $0,15 \text{ t/ano.km}^2$), de PM_{10} (máximo $0,3 \text{ t/ano.km}^2$), Hg (máximo $6,5\text{E-}7 \text{ t/ano.km}^2$) e de CO_2 (máximo $0,08 \text{ t/ano.km}^2$), motivo pelo qual estes poluentes não serão apresentados. Na Figura 35 são apresentadas as emissões de NH_3 e de COVNM provenientes de atividades associadas à agricultura e pecuária.

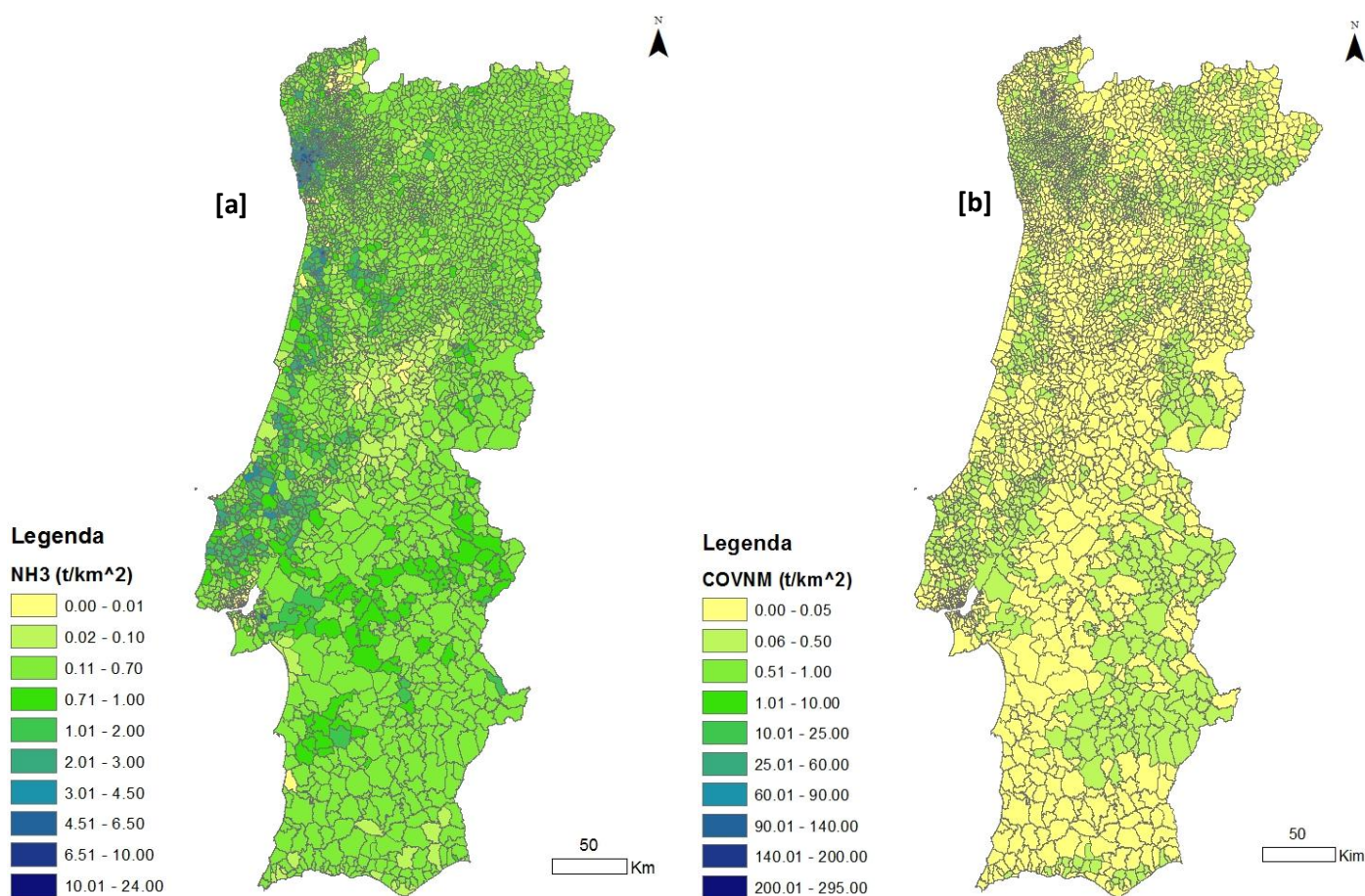


Figura 35. Desagregação das emissões de NH_3 [a] e COVNM [b], por freguesia, para o SNAP 10.

Através da Figura 35 é possível perceber-se que existem emissões relevantes de NH_3 derivadas da agricultura e pecuária, em praticamente todo o país. Nesta situação já não é tão notória a tendência verificada nos setores anteriores, em emissões elevadas ocorrem nas freguesias do litoral, visto que este poluente apresenta uma distribuição espacial mais homogénea. Este fenómeno justifica-se pelo facto das grandes áreas agrícolas se localizarem no interior do país, principalmente na região do Alentejo, de acordo com o que se pode verificar na Figura 12, levando a que as emissões estejam mais distribuídas e com valores mais elevados nessa área. Os valores de emissão mais elevados são estimados no concelho de Barcelos, nas freguesias de Minhotães e Carreira, como se pode observar na Figura 35, juntamente com as restantes 10 freguesias onde ocorrem as maiores contribuições na emissão deste poluente: Balazar e Rates, em Póvoa de Varzim; Chorente, Manhente, Vila Boa e Geral, também pertencentes a Barcelos; Arcos, Rio Mau, Touguinha e Malta, em Vila do Conde.

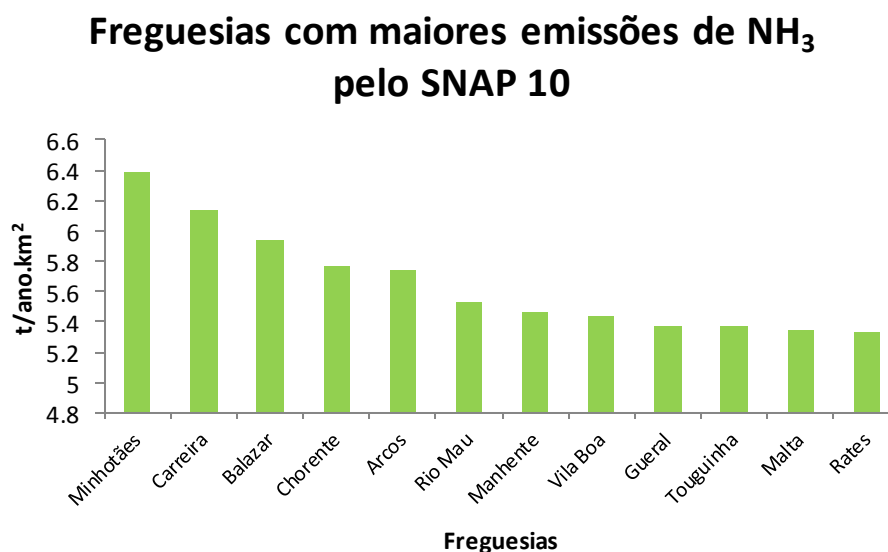


Figura 36. Freguesias com maiores emissões de NH_3 provenientes do SNAP 10

Relativamente aos COVNM, verifica-se que são menos relevantes para este setor do que o NH_3 , dado que não existe uma quantidade de emissões tão significativa por atividades relacionadas com a agricultura. A maior emissão é de 0,95 t/ano.km² e ocorre na freguesia Vila Fria, no concelho de Felgueiras. É também neste concelho onde se localizam as seguintes freguesias que mais contribuem para a sua emissão, com vários valores entre as 0,4 e 0,7 t/ano.km². Na Figura 37 pode-se observar com maior pormenor estas zonas (circundada a vermelho a freguesia Vila Fria).

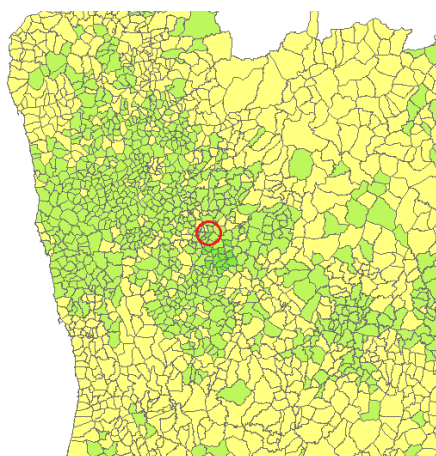


Figura 37. Ampliação da distribuição espacial das emissões de COVNM pelo SNAP 10, na zona litoral norte.

A Figura 38 apresenta a distribuição das emissões dos dois metais pesados com emissões expressivas provenientes deste setor.

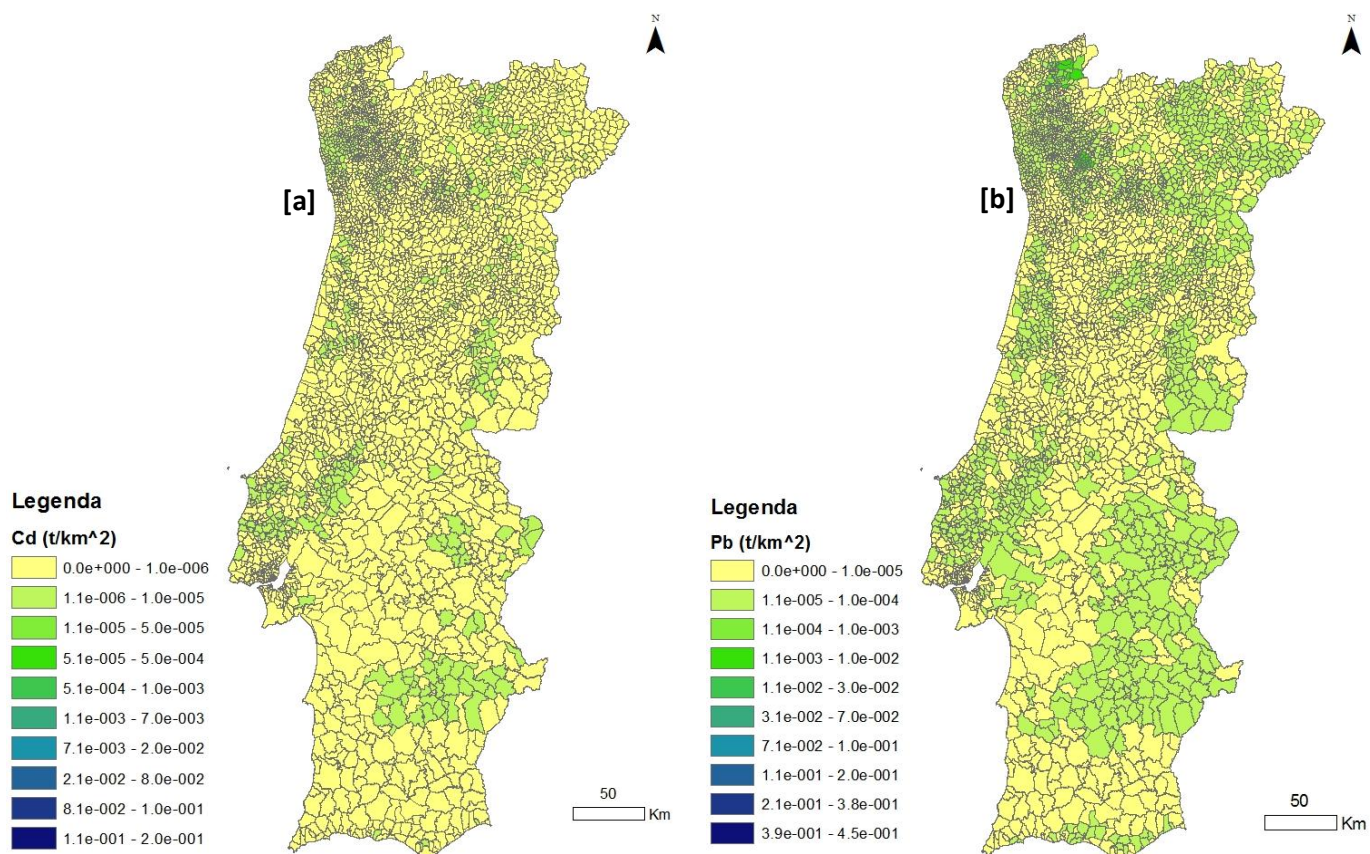


Figura 38. Desagregação das emissões de Cd [a] e Pb [b], por freguesia, para o SNAP 10

Analisando a Figura 38 percebe-se que o SNAP 10 não tem uma contribuição significativa nas emissões de metais pesados, sendo que o valor máximo estimado para o Cd é de $4\text{E-}6$ t/ano.km² em Minhotães, e de 0,014 t/ano.km² de Pb, em Vila Fria.

Finalmente, é apresentada a Figura 39 relativa aos GEE, em que se verifica a existência de elevadas emissões de CH₄ e N₂O pelo setor relativo à agricultura e pecuária.

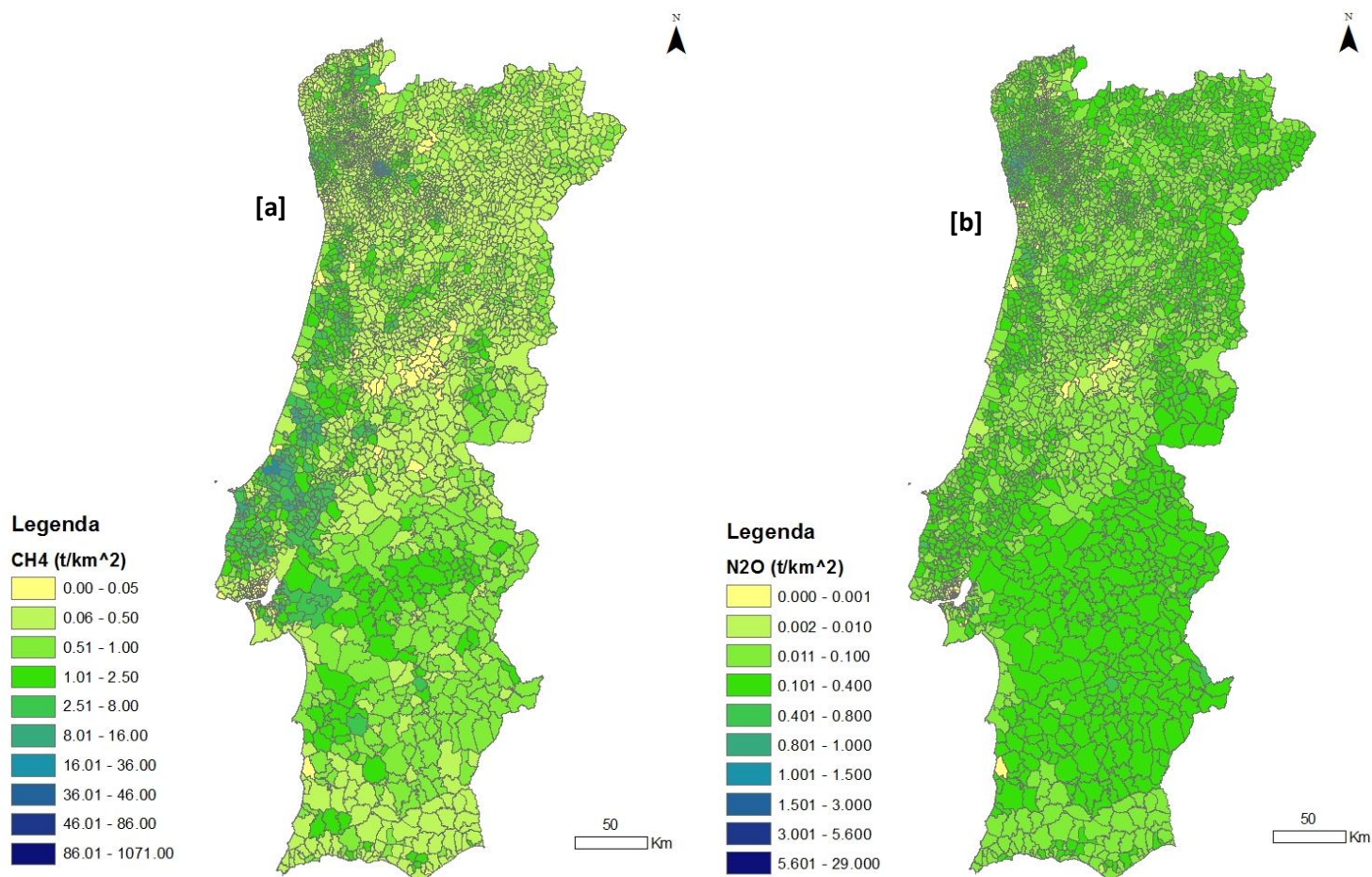


Figura 39. Desagregação das emissões de CH₄ [a] e N₂O [b], por freguesia, para o SNAP 10

Analisando estas distribuições verifica-se uma elevada homogeneidade, que raramente foi verificada nas distribuições observadas anteriormente, e que existem emissões superiores a 0,05 t/ano.km² de CH₄ e a 0,01 t/ano.km² de N₂O em praticamente todas as freguesias do país.

Os valores mais elevados de CH₄ ocorrem em Felgueiras, em que todas as freguesias têm emissões entre as 6 e as 35 t/ano.km², sendo este valor o máximo e relativo à freguesia Vila Fria. Destacam-se ainda os concelhos de Leiria e Alcobaça, com emissões que chegam até às 16 t/ano.km², na freguesia de Leiria, e até às 22 t/ano.km², na freguesia de Cela.

No caso do N_2O , as maiores emissões são de 1,16 t/ano.km² e dizem respeito à freguesia de Minhotães (em Barcelos). Pertencentes a este mesmo concelho, destacam-se ainda as freguesias Carreira, Chorento, Manhente, Vila Boa, Gual e Cristelo, com emissões superiores a 0,95 t/ano.km², tal como as freguesias Arcos, Rio Mau e Touguinha, pertencentes a Vila do Conde, e Balazar, no concelho da Póvoa de Varzim.

5. Análise Global: Análise comparativa das emissões por freguesia e por concelho

Através da análise das distribuições espaciais de emissões por SNAP identificaram-se as zonas em que cada setor contribui mais para a quantidade de poluentes emitidos, o que é relevante para se poder atuar de modo a contornar ou a diminuir o problema da poluição. No entanto, para se perceber a verdadeira importância deste trabalho, é necessário analisar as diferenças entre as emissões estimadas para o concelho e as estimadas para as freguesias, através dos indicadores selecionados, que podem ser bastante distintas. Esta comparação é feita e apresentada neste capítulo, de modo a se perceber onde e como se verificam as alterações mais significativas. Os mapas seguintes apresentam as emissões totais de todos os setores em que foi analisada a desagregação (ou seja, a soma das emissões provenientes dos SNAP 2, 3, 4, 6, 9 e 10).

Primeiramente será analisado o SO₂, na Figura 40.

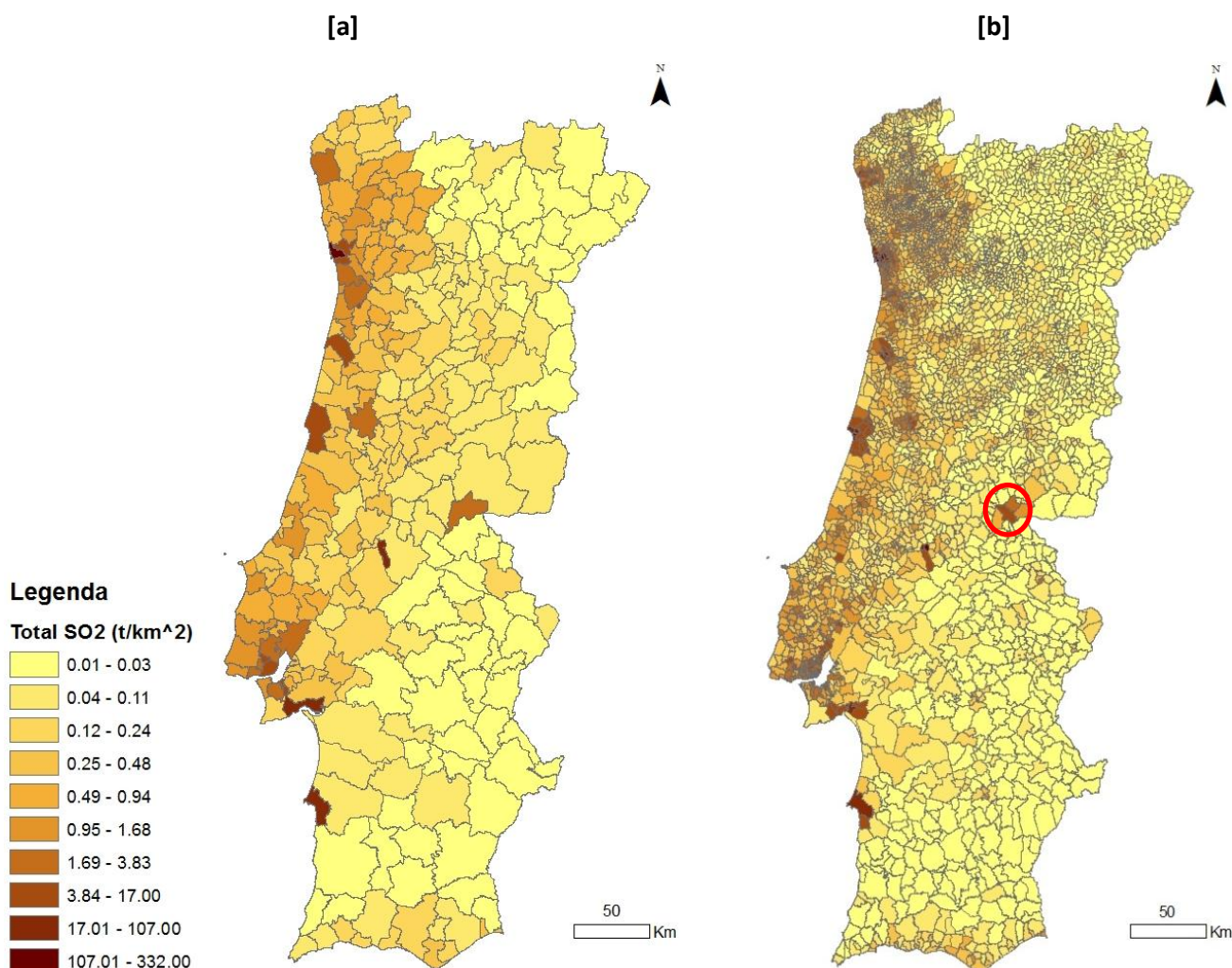


Figura 40. Distribuição das emissões totais de SO₂ por concelho [a] e por freguesia [b] em 2009

Observando as duas distribuições, verifica-se que ambas coincidem nas zonas onde ocorrem maiores emissões, embora no mapa [b] se observe uma maior variabilidade nos valores que estas tomam. No mapa [a] destacam-se as zonas de Matosinhos (107 t/ano.km²), Constância (70 t/ano.km²), Sines (30 t/ano.km²), Setúbal (23 t/ano.km²), Figueira da Foz (11 t/ano.km²), São João da Madeira (7 t/ano.km²) e Aveiro (7 t/ano.km²). Através da Figura 40 [b] é possível perceber com maior pormenor a origem destas emissões e verificar que, na maioria dos casos, os valores mais elevados se dão apenas em algumas das freguesias do concelho, como, por exemplo, no caso de Setúbal, em que as freguesias de Santa Maria de Graça, São Julião e São Sebastião emitem quantidades de SO₂ bastante superiores às restantes do município, chegando, em alguns casos, a existir uma diferença de 95% de emissões entre elas (por exemplo, entre as freguesias São Julião e Sado). O mesmo se verifica em Constância, dado que

as emissões são consideravelmente superiores na freguesia de Montalvo, comparativamente às restantes, sendo este o local onde se dão as maiores emissões do poluente em Portugal.

Na Figura 41 encontram-se as doze freguesias de onde provêm as maiores emissões de SO₂.

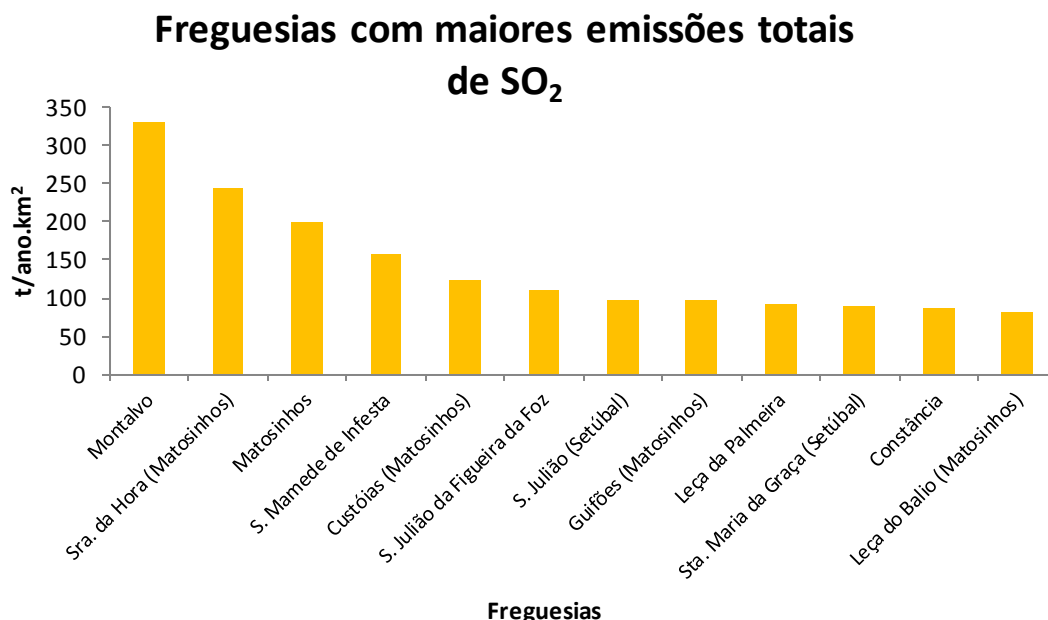


Figura 41. Freguesias com maiores emissões totais de SO₂

As grandes quantidades emitidas de SO₂ nos concelhos de Constância de Matosinhos devem-se ao facto de aí se localizarem grandes unidades industriais emissoras de SO₂ (em Matosinhos a refinaria Galp Energia (URL 7) e em Constância a caldeira de biomassa na indústria Caima (URL 8)).

Pode-se constatar, também através do gráfico anterior, que apesar de no mapa [a] o concelho de Matosinhos se evidenciar com as maiores emissões estimadas (107,3 t/ano.km²), é na freguesia de Montalvo, pertencente ao concelho de Constância, que ocorrem as emissões mais elevadas de SO₂. Relativamente a Sines, que é o terceiro concelho com maiores emissões (cerca de 30 t/ano.km²), nenhuma das suas freguesias (Sines e Porto Covo) estão entre as doze principais, sendo que concelhos que não se destacam tanto (como Setúbal e Figueira da Foz), apresentam freguesias com emissões mais elevadas comparativamente às que ocorrem nas freguesias do concelho de Sines.

Ainda, relativamente a este concelho, é importante notar que cerca de 83% das emissões estimadas são provenientes da freguesia de Sines. Numa situação semelhante encontra-se o município Vila Velha do Rodão (circundado a vermelho), em que as emissões na freguesia Vila Velha de Ródão são, em média, 80% superiores às que se verificam nas restantes três freguesias pertencentes ao município.

A mesma análise será feita, em seguida, para o poluente NO₂.

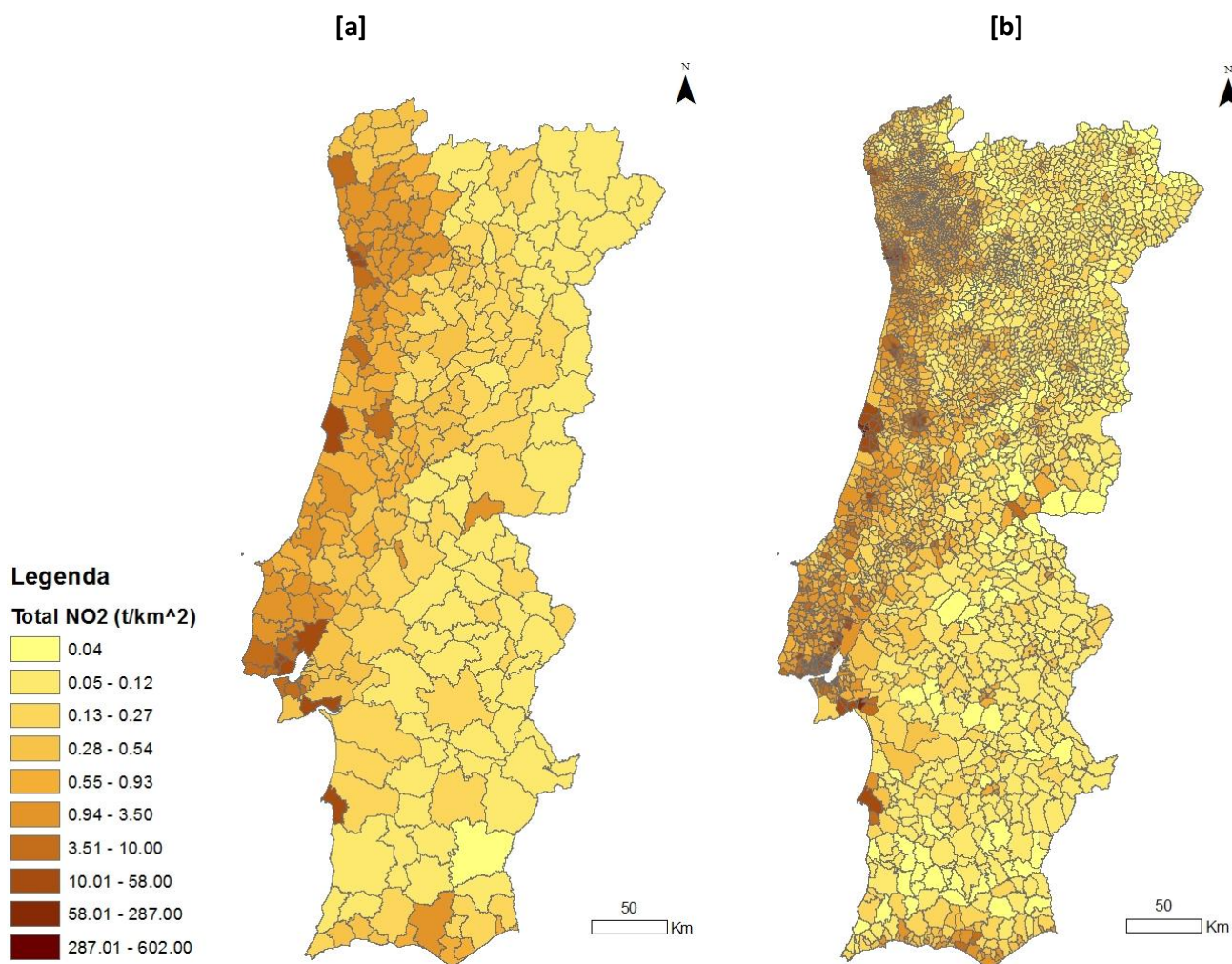


Figura 42. Distribuição das emissões totais de NO₂ por concelho [a] e por freguesia [b]

Analisando os mapas das emissões totais de NO₂, verifica-se, em ambos, que os valores mais elevados são relativos aos concelhos da Figueira da Foz (58 t/ano.km²), Matosinhos (44 t/ano.km²), Setúbal (29 t/ano.km²), Sines (21 t/ano.km²), Vila Franca de Xira (15 t/ano.km²), Amadora (14 t/ano.km²) e Lisboa (14 t/ano.km²), embora nem todas as freguesias destes

concelhos contribuíam significativamente para as emissões deste poluente. Seguidamente são apresentadas as doze freguesias com maiores quantidades de NO₂ emitidas.

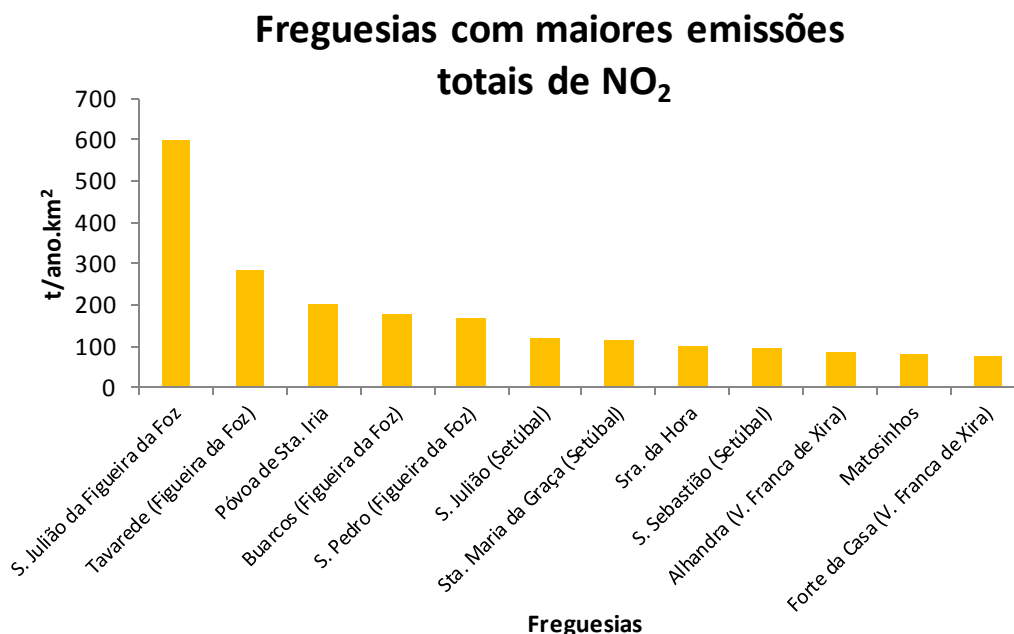


Figura 43. Freguesias com maiores emissões totais de NO₂

No caso deste poluente, verifica-se que as duas freguesias com emissões mais significativas pertencem ao concelho que também apresenta maiores emissões, Figueira da Foz, destacando-se a freguesia São Julião da Figueira da Foz, com valores bastante superiores às restantes. Apesar de Matosinhos ser o segundo concelho com emissões mais elevadas (destacando-se na Figura 42 [a]), existem várias freguesias dos concelhos de Setúbal e Vila Franca de Xira com valores superiores aos estimados nas suas. Analisando este gráfico, observa-se ainda que nenhuma freguesia do concelho de Sines se encontra entre as doze que mais emitem, embora este seja o quarto município com emissões mais elevadas (existem 57 freguesias com emissões superiores às estimadas na de Sines).

Pela análise comparativa das emissões por concelho e por freguesias, pode-se ainda constatar a grande variabilidade de valores estimados entre as freguesias num determinado concelho: Na Figueira da Foz as emissões variam entre as 14 t/ano.km² (na freguesia Bom Sucesso) e as 602 t/ano.km² (que, como se pode observar no gráfico da Figura 43, ocorrem em São Julião da Figueira da Foz); em Matosinhos variam entre 20 t/ano.km² (na Lavra) e as 203 t/ano.km²; em Setúbal, entre as 6 t/ano.km² (no Sado) e as 117 t/ano.km²; em Sines com 26 t/ano.km² na

freguesia de Sines e apenas 5 t/ano.km² na de Porto Covo; em Vila Franca de Xira entre as 3 t/ano.km² (nas freguesias de Vila Franca de Xira e Cachoeiras) e as 88 t/ano.km²; e Lisboa entre as 5 t/ano.km² e as 64 t/ano.km². Amadora também é um dos concelhos que se destaca, mas no entanto, as emissões nas suas freguesias emitem apenas entre 7 e 37 t/ano.km².

Relativamente ao NH₃, Figura 44, as desagregações das emissões por concelhos e por freguesias também são idênticas, embora neste caso sejam visíveis, de uma forma clara, a existência de várias freguesias com elevadas emissões, pertencentes a concelhos que não se destacam tanto.

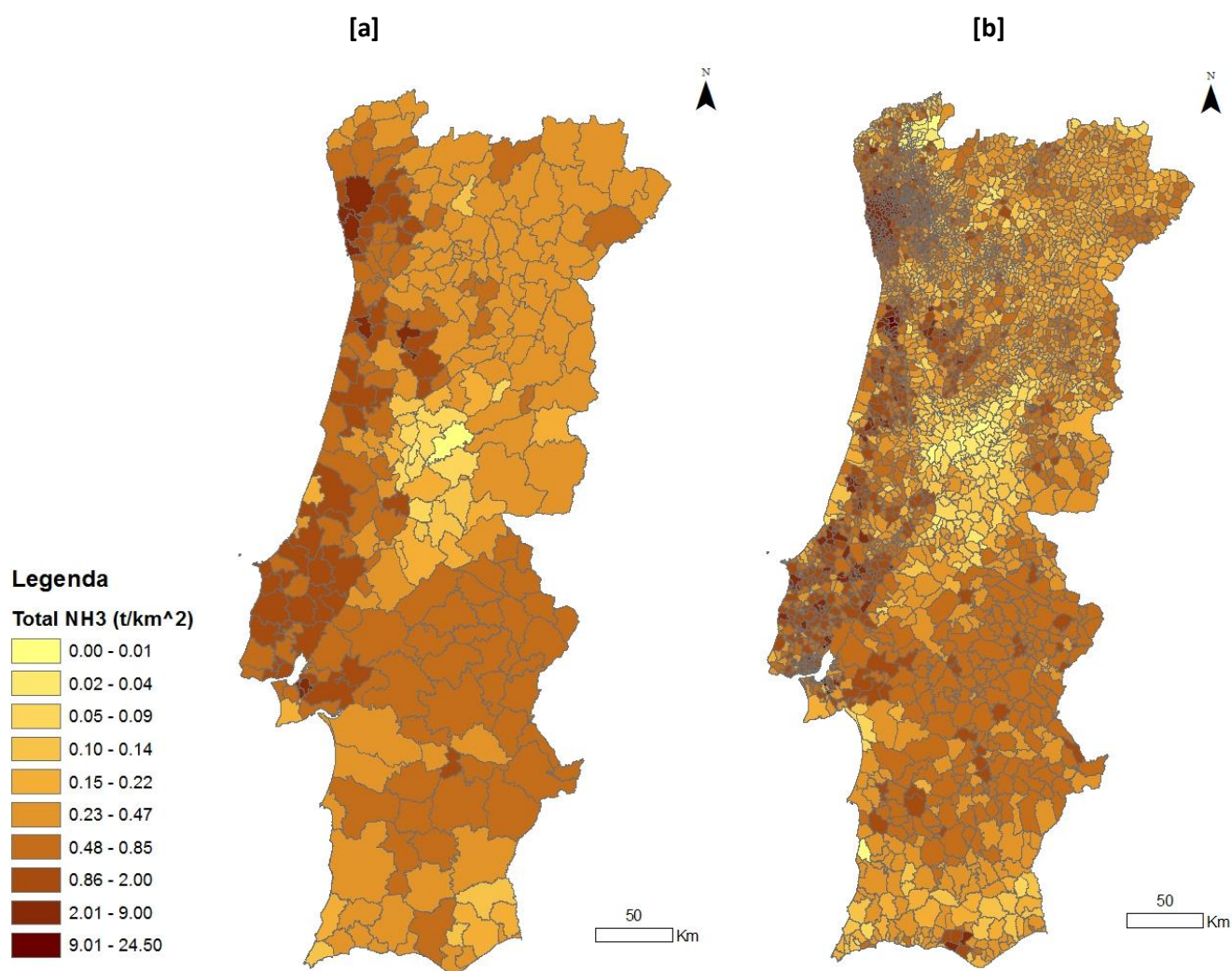


Figura 44. Distribuição das emissões totais de NH₃ por concelho [a] e por freguesia [b].

A distribuição espacial deste poluente é bastante semelhante à distribuição do NH₃ pelo SNAP 10, agricultura e pecuária (Figura 35 [a]), refletindo a grande contribuição deste setor nas suas emissões.

Pelo mapa da Figura 44 [a] destacam-se os concelhos do Barreiro (9 t/ano.km²), Estarreja (8 t/ano.km²), Póvoa de Varzim e Vila do Conde (4 t/ano.km²).

As doze freguesias com maior destaque são apresentadas na Figura 45.

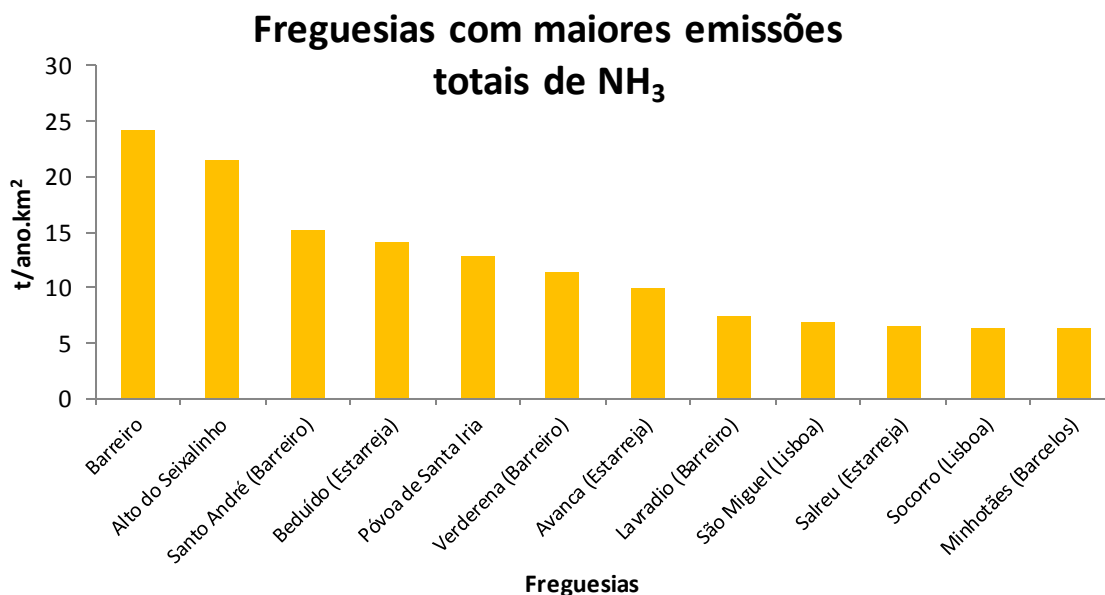


Figura 45. Freguesias com maiores emissões totais de NH₃

As freguesias com maiores emissões correspondem aos concelhos com valores de emissões superiores, sendo que é na freguesia do Barreiro e de Alto do Seixalinho que se verificam as mais elevadas. No entanto, destacam-se ainda algumas freguesias pertencentes a Vila Franca de Xira, Lisboa e a Barcelos, concelhos que emitem bastante menos do que os referidos anteriormente (1,2 t/ano.km² e 1,5 t/ano.km² e 2,4 t/ano.km², respetivamente).

Esta análise mostra, também, uma grande heterogeneidade na distribuição das emissões por freguesia, em cada concelho:

- no Barreiro as emissões variam entre as 0,4 t/ano.km² (em Palhais) e 24 t/ano.km²,
- em Estarreja entre as 3 t/ano.km² (em Fermelã) e as 14 t/ano.km²,
- em Vila Franca de Xira entre as 0,5 t/ano.km² (em Cachoeiras) e as 13 t/ano.km²,
- em Lisboa entre as 0,6 t/ano.km² (em Santa Maria de Belém) e as 7 t/ano.km²,
- em Barcelos entre as 0,4 t/ano.km² (em Durrães) as 6,4 t/ano.km².

Nos concelhos da Póvoa de Varzim e Vila do Conde as emissões já variam num intervalo de valores mais reduzido, sendo que no primeiro se encontram entre as 1,5 t/ano.km² e as 5,9 t/ano.km² e no segundo entre as 1,3 t/ano.km² e as 5,8 t/ano.km².

Os mapas referentes às emissões de COVNM por concelho e por freguesia são idênticos relativamente às zonas que apresentam maiores valores de COVNM (Figura 46).

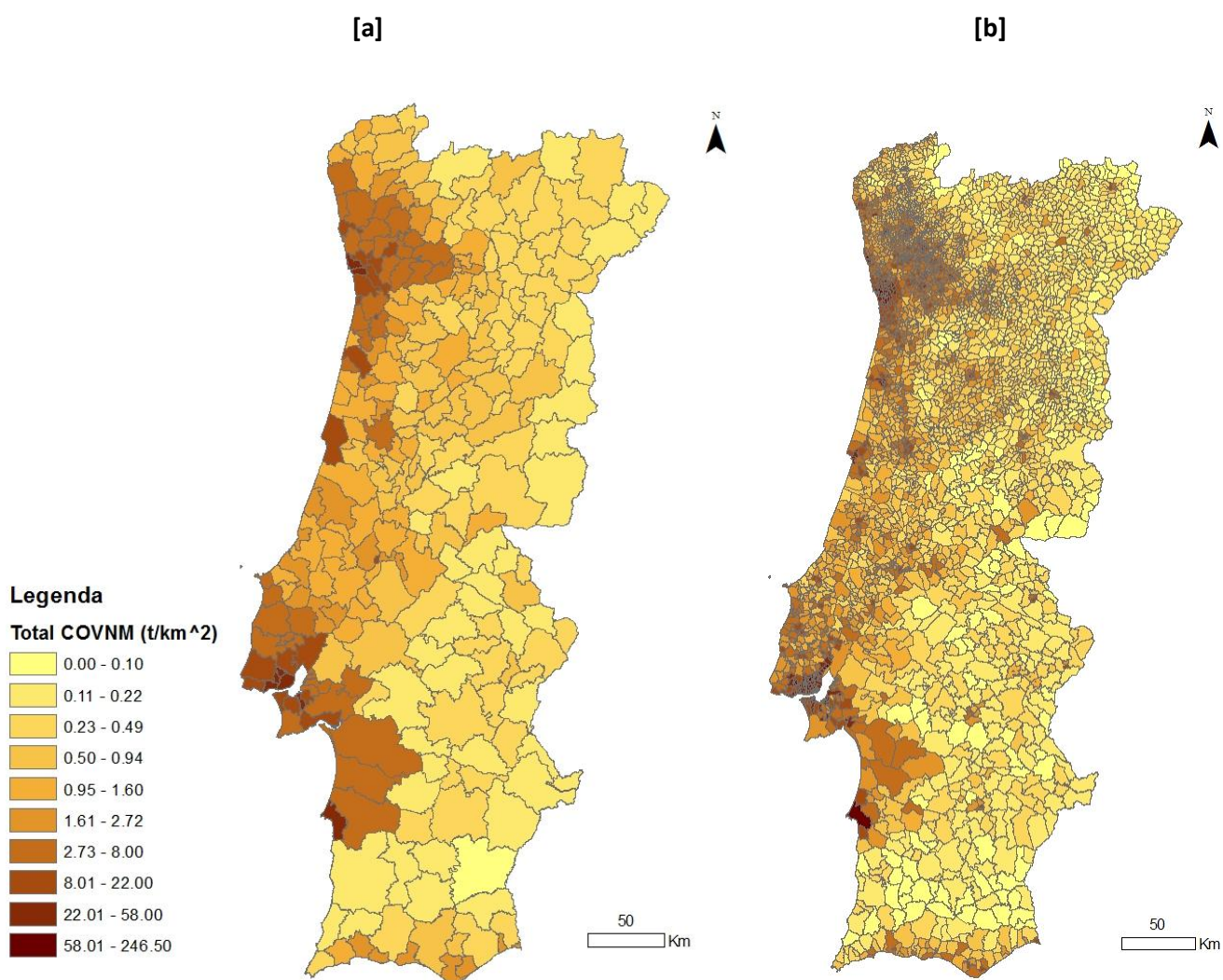


Figura 46. Distribuição das emissões totais de COVNM por concelho [a] e por freguesia [b]

Os concelhos com maiores valores de emissão são referentes a Amadora (57 t/ano.km²), Sines (55 t/ano.km²), Lisboa (54 t/ano.km²), Porto (52 t/ano.km²), Odivelas (40 t/ano.km²) e Oeiras (29 t/ano.km²).

Na Figura 47 são apresentadas as doze freguesias onde ocorrem as emissões mais elevadas de COVNM.

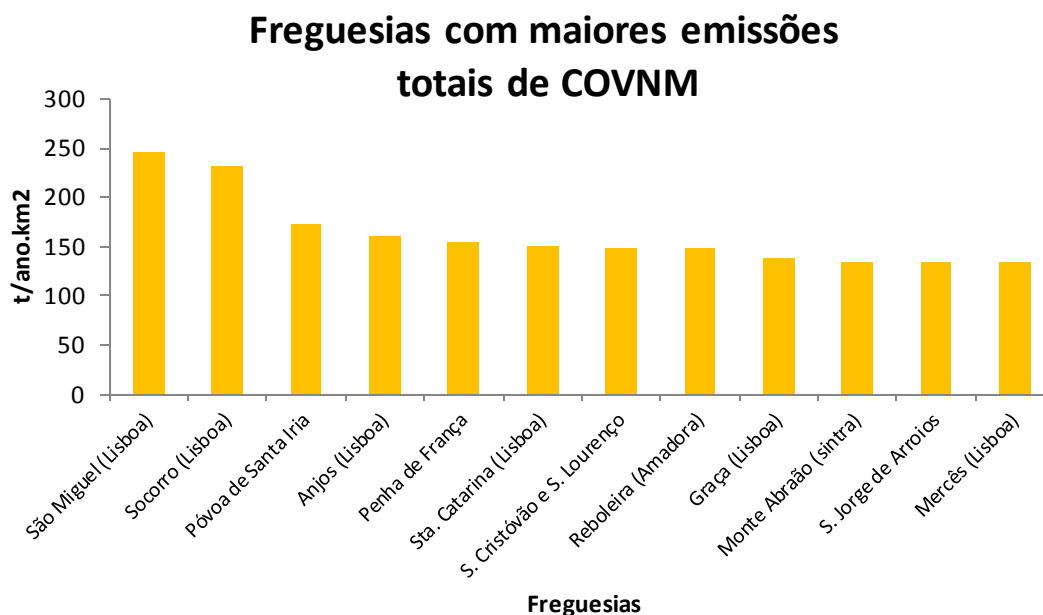


Figura 47. Freguesias com maiores emissões de COVNM

É no concelho de Lisboa que se localizam as freguesias com maiores emissões de COVNM, sendo que nove delas estão incluídas neste grupo. No entanto, Vila Franca de Xira e Sintra não apresentam emissões por concelho tão significativas, enquanto que algumas das suas freguesias fazem parte das doze principais na emissão de COVNM. Por outro lado, as freguesias pertencentes a concelhos como Sines, Porto, Odivelas e Oeiras, que são alguns dos que mostram emissões por concelho mais elevadas, não refletem valores tão expressivos.

Apesar de Lisboa ser o concelho onde se localizam as freguesias que mais emitem COVNM, ultrapassando as 200 t/ano.km², tem também freguesias com valores de emissão bastante mais baixos, sendo o menor 21 t/ano.km² correspondente a Santa Maria de Belém. À sua semelhança, com uma grande diferença nos valores de emissão entre freguesias, encontram-se os municípios de Vila Franca de Xira, com um intervalo de 2 a 172 t/ano.km²; Amadora, com emissões entre 30 e 148 t/ano.km²; e Sintra, com emissões entre 2 e 82 t/ano.km². Relativamente aos concelhos que se destacam na Figura 46 [a], Sines apresenta também valores bastante distintos nas suas freguesias, de 18 t/ano.km² na de Porto Covo e 67 t/ano.km² na de Sines; no Porto, as suas catorze freguesias já oscilam num intervalo menor de valores, entre as 25 e as 75 t/ano.km²; em Odivelas variam entre as 16 e as 85 t/ano.km² e em Oeiras entre as 12 e as 86 t/ano.km².

A figura apresentada de seguida é alusiva às emissões totais de PM10. Comparando os dois mapas de emissões, verifica-se que ambos coincidem nas zonas onde são estimados os valores máximos.

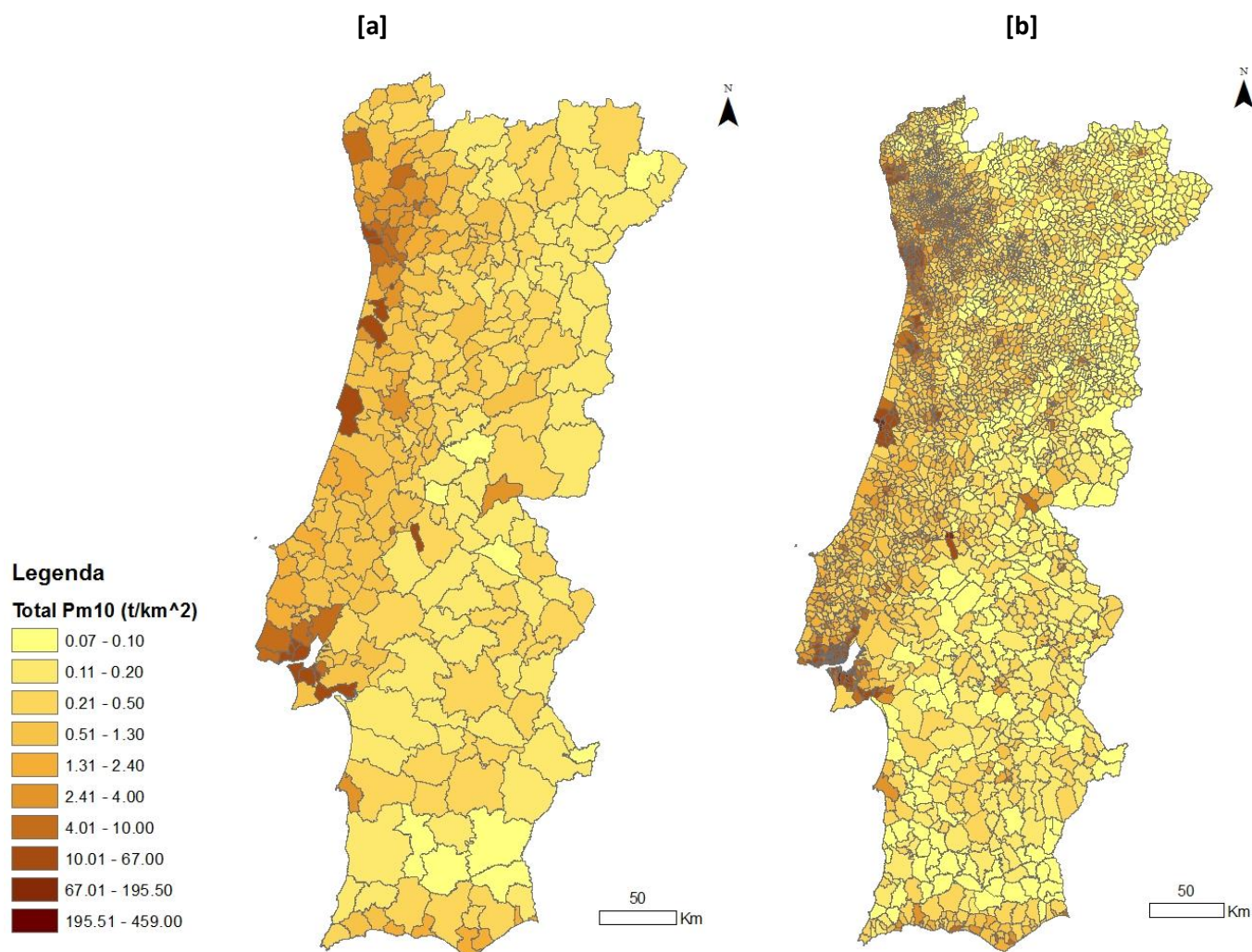


Figura 48. Distribuição das emissões totais de PM10 por concelho [a] e por freguesia [b]

Os concelhos onde se dão as maiores emissões são Constância (67 t/ano.km²), Seixal (57 t/ano.km²), Figueira de Foz (42 t/ano.km²), Amadora (33 t/ano.km²), Lisboa (31 t/ano.km²) e Porto (30 t/ano.km²).

Na Figura 49 são apresentadas as doze freguesias com maiores emissões de PM10.

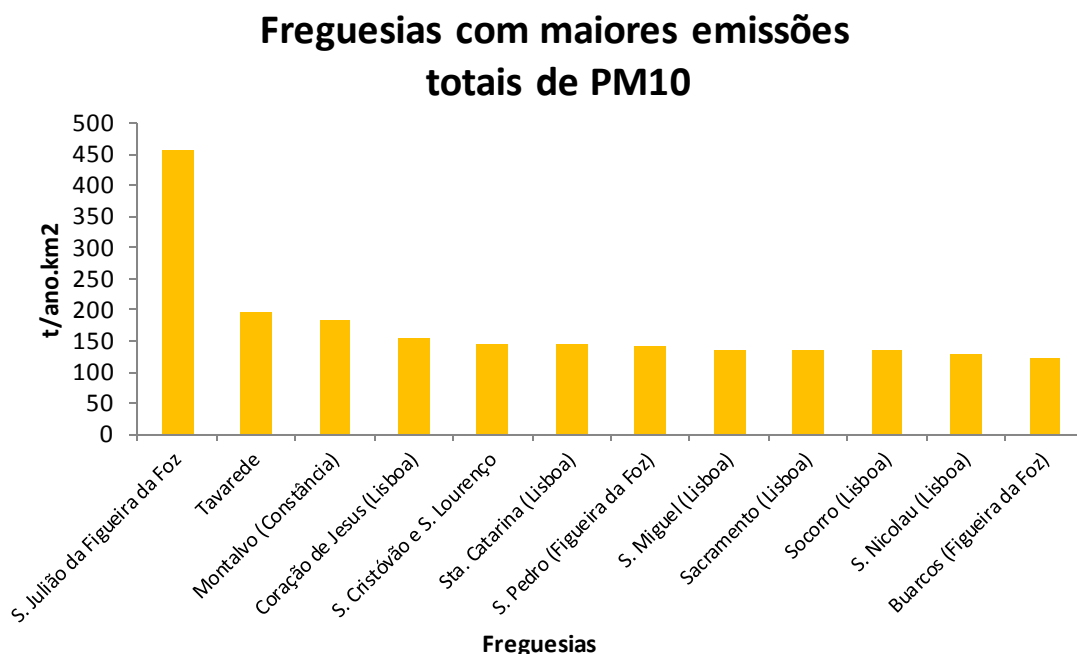


Figura 49. Freguesias com maiores emissões totais de PM10

Verifica-se que estas doze freguesias pertencem apenas aos concelhos de Figueira da Foz, Lisboa e Constância, destacando-se a de São Julião da Figueira da Foz com emissões notavelmente superiores às restantes onze, que apresentam valores muito próximos entre si. Mais uma vez, a freguesia com as maiores emissões estimadas não coincide com o concelho que apresenta emissões superiores, Constância.

Analisando a variabilidade das emissões por freguesia nos concelhos que mais se destacam, verifica-se, tal como para os poluentes abordados anteriormente, que também oscilam bastante: Na Figueira da Foz existem emissões entre as 10 t/ano.km² (na freguesia Bom Sucesso) e as 460 t/ano.km²; nas três freguesias de Constância, os valores variam entre 36 t/ano.km² (em Santa Margarida da Coutada) e 183 t/ano.km²; em Lisboa os valores de emissões encontram-se entre as 13 t/ano.km² (em São Francisco Xavier) e as 154 t/ano.km²; no Seixal variam entre as 9 t/ano.km² (na freguesia do Seixal) e as 104 t/ano.km² (em Arrentela); na Amadora verificam-se valores entre as 20 t/ano.km² (em Venteira) e as 93 t/ano.km² (em Reboleira); e no Porto as emissões variam entre as 11 t/ano.km² (na freguesia Nevogilde) e as 86 t/ano.km² (em Santo Ildefonso).

De seguida apresenta-se a análise comparativa entre as emissões por concelho e por freguesia relativa aos metais pesados. No caso do Cd (Figura 50), os concelhos que se destacam dizem respeito a Vila Franca de Xira e Coimbra, com emissões totais de 5,8E-3 e 1,1E-3 t/ano.km², respetivamente. No gráfico da Figura 51 podem analisar-se as doze principais freguesias na emissão de Cd.

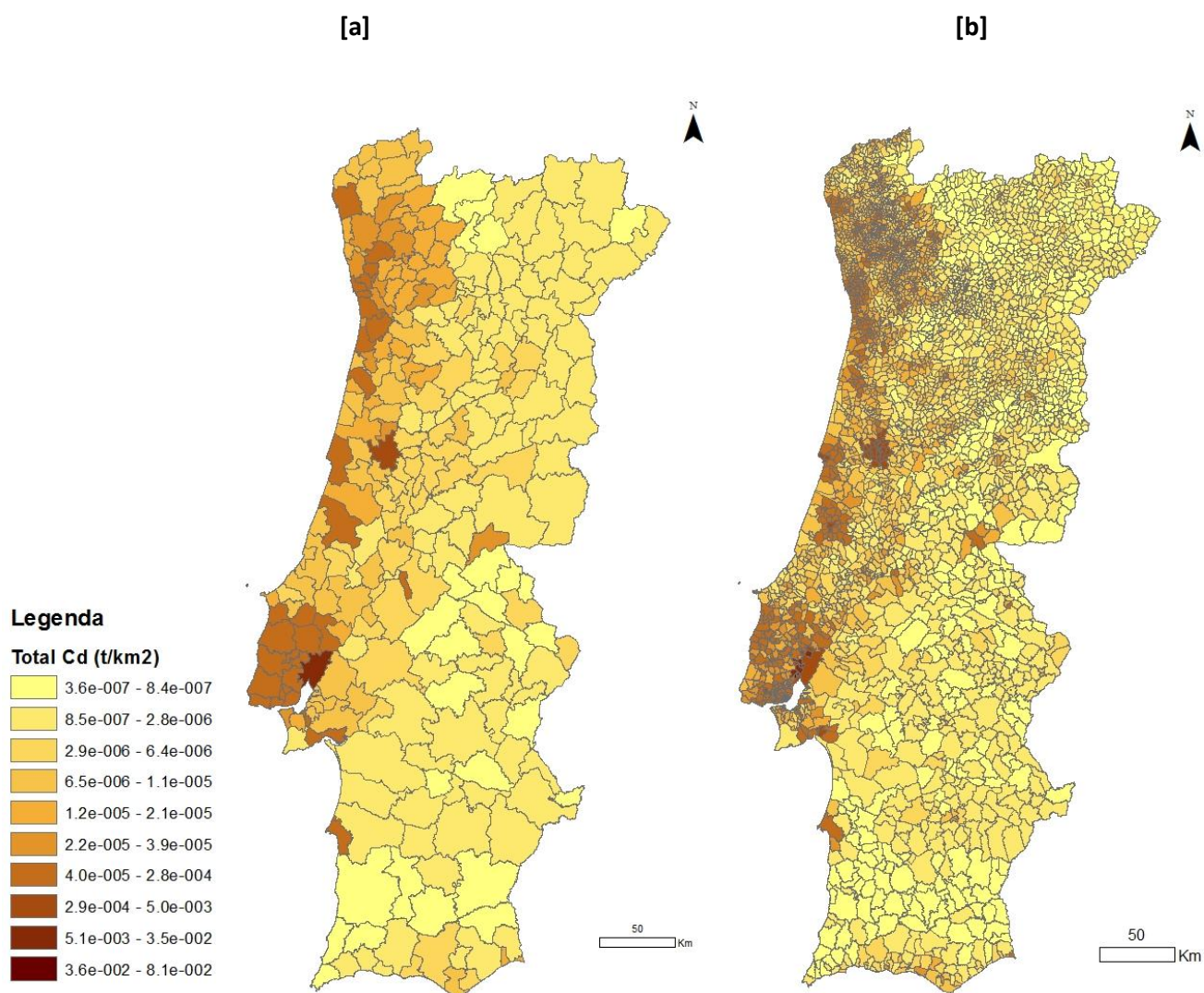


Figura 50. Distribuição das emissões totais de Cd por concelho [a] e por freguesia [b]

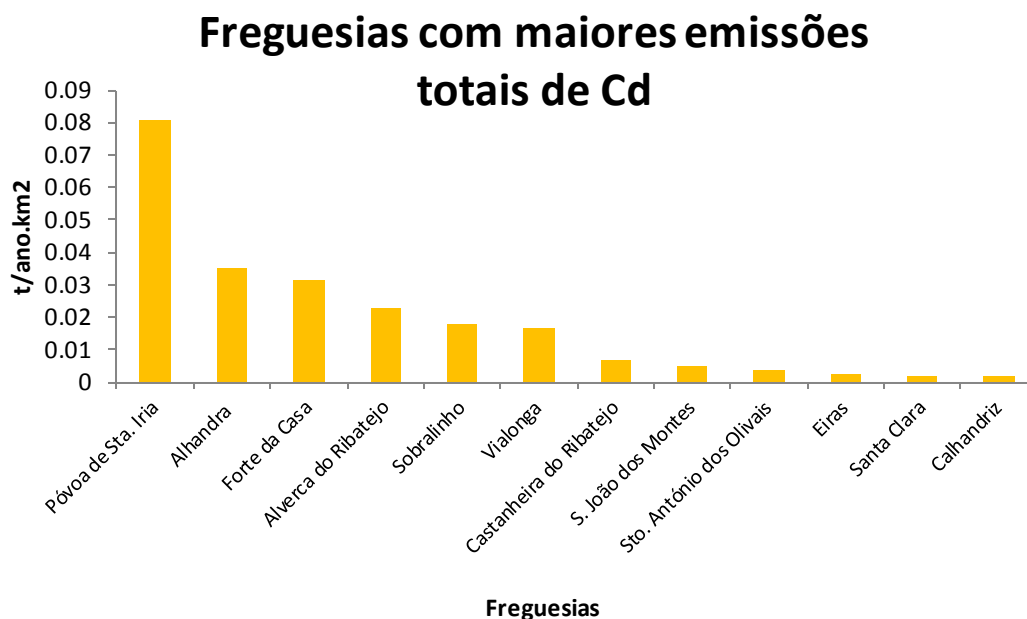


Figura 51. Freguesias com maiores emissões de Cd

Entre as doze freguesias onde ocorrem as emissões mais elevadas de Cd, nove pertencem ao concelho de Vila Franca de Xira e apenas três (Santo António dos Olivais, Eiras e Santa Clara) pertencem ao de Coimbra.

Fazendo a análise do modo de como varia a distribuição das emissões por freguesia, em cada um destes concelhos, percebe-se que o intervalo de valores é pequeno: Em Vila Franca de Xira verificam-se emissões entre as $1,0\text{E-}3$ e as $8,1\text{E-}2$ t/ano.km², e em Coimbra entre as $3,5\text{E-}4$ e as $3,5\text{E-}3$ t/ano.km².

Relativamente ao Hg, observando os dois mapas da distribuição das suas emissões (Figura 52), verifica-se que as zonas que se destacam na Figura 52 [a] também são evidenciadas na Figura 52 [b]. Os concelhos com emissões mais relevantes são, por ordem decrescente, Matosinhos, Setúbal, Sines, Figueira da Foz, Lisboa, Porto, Amadora e São João da Madeira. No gráfico da Figura 53 estão representadas as freguesias que mostram maiores emissões.

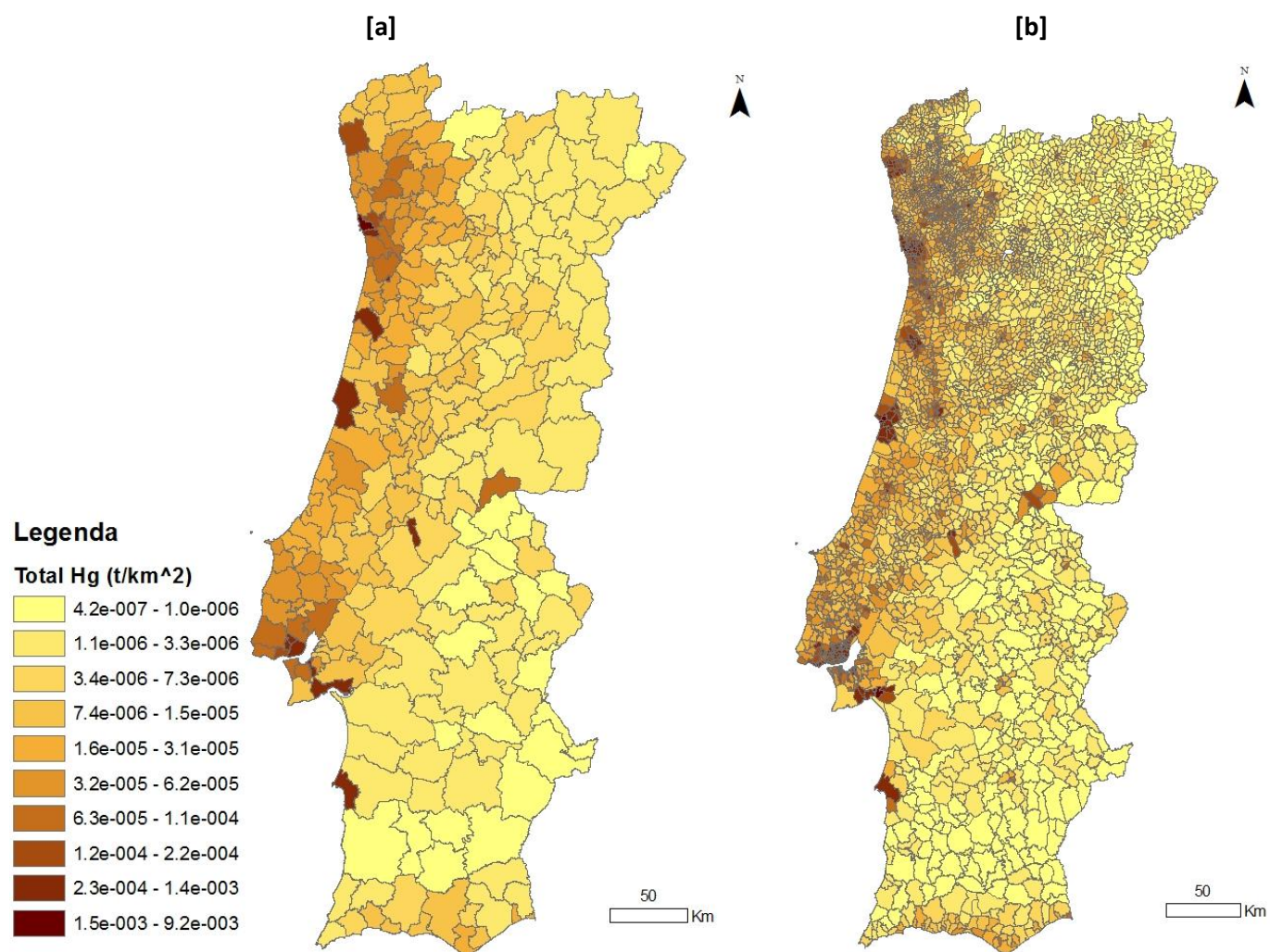


Figura 52. Distribuição das emissões totais de Hg por concelho [a] e por freguesia [b]

:

Freguesias com maiores emissões totais de Hg

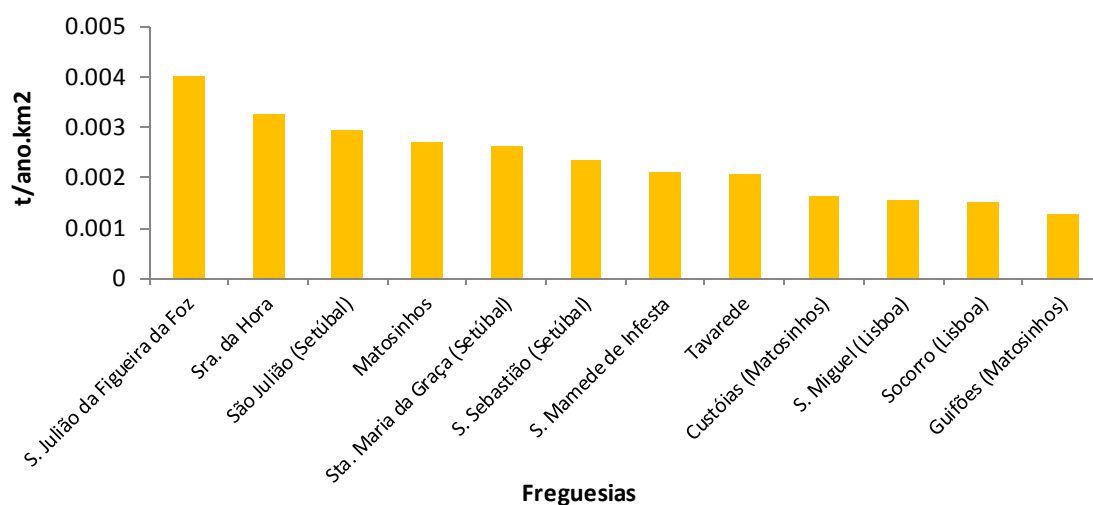


Figura 53. Freguesias com maiores emissões totais de Hg

Neste caso, apesar da freguesia com maiores emissões não pertencer a Matosinhos, para onde são estimados os valores superiores de Hg, as doze freguesias indicadas no gráfico correspondem aos 5 concelhos em que há maiores quantidades emitidas deste poluente, apresentando valores que não se diferenciam muito abruptamente uns dos outros. Apesar dos seus concelhos não se destacarem tanto na Figura 52 [a], e nenhuma das suas freguesias constar no gráfico anterior, Viana do Castelo, Sintra, Aveiro e Loures têm freguesias com valores mais elevados que as pertencentes aos mencionados anteriormente, de $1,1\text{E-}3$ t/ano.km² em Santa Maria Maior, de $1,0\text{E-}3$ t/ano.km² em Monte Abraão, $9,7\text{E-}4$ t/ano.km² em Santa Joana e $9,6\text{E-}4$ t/ano.km² em Moscavide, respetivamente.

Em relação à distribuição espacial na Figura 52 [b], no caso do concelho de Matosinhos, as emissões nas suas 10 freguesias não variam num intervalo muito alargado, tomando valores entre as $6,6\text{E-}4$ t/ano.km² (em Lavra) e as $3,3\text{E-}3$ t/ano.km². Em Setúbal verifica-se um resultado semelhante, em que as quantidades emitidas variam entre as $1,4\text{E-}4$ t/ano.km² (na freguesia do Sado) e as $2,9\text{E-}3$ t/ano.km²; na Figueira da Foz já se constata um resultado de valores mais amplo, desde as $0,5\text{E-}5$ t/ano.km² (em Bom Sucesso) às $4,0\text{E-}3$ t/ano.km², como se pode observar no gráfico; em Lisboa também há uma grande variabilidade nos valores de emissão, entre $7,7\text{E-}6$ t/ano.km² (em Pêro Moniz) e $1,6\text{E-}3$ t/ano.km².

Seguidamente será feita a mesma análise para o chumbo.

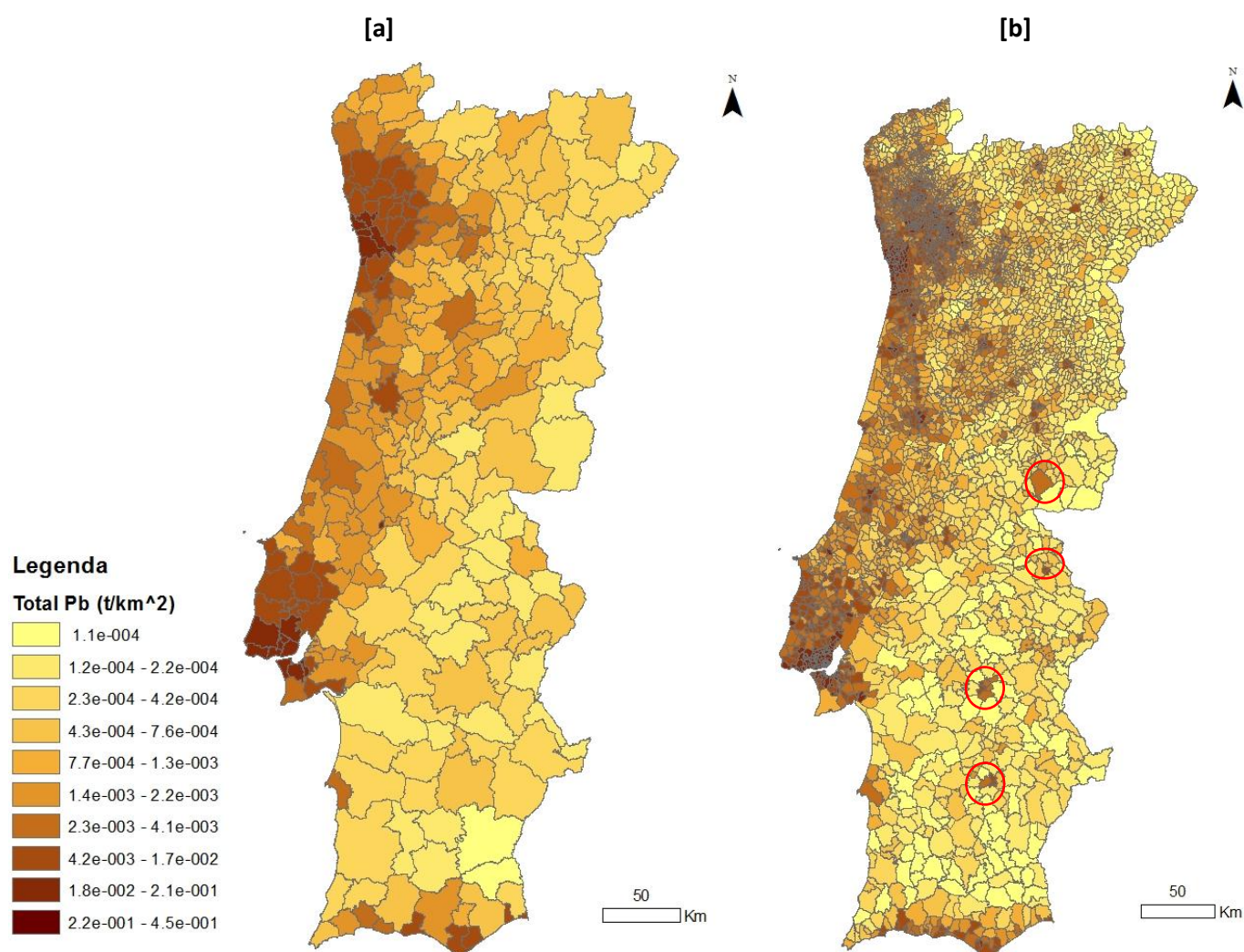


Figura 54. Distribuição das emissões totais de Pb por concelho [a] e por freguesia [b]

A distribuição das emissões de Pb por concelho e por freguesia também coincidem, embora neste caso, no mapa [b], sejam evidenciadas algumas freguesias com valores bastante elevados comparativamente aos concelhos a que pertencem (alguns dos exemplos encontram-se circundados a vermelho).

Os municípios que apresentam maiores emissões são Amadora ($0,1 \text{ t/ano.km}^2$), Lisboa ($9,7\text{E-}2 \text{ t/ano.km}^2$), Porto ($8,9\text{E-}2 \text{ t/ano.km}^2$), Odivelas ($7,1\text{E-}2 \text{ t/ano.km}^2$), Oeiras ($5,2\text{E-}2 \text{ t/ano.km}^2$), Matosinhos ($4,1\text{E-}2 \text{ t/ano.km}^2$) e São João da Madeira ($3,6\text{E-}2 \text{ t/ano.km}^2$). O gráfico seguinte mostra as freguesias que emitem maiores quantidades deste poluente:

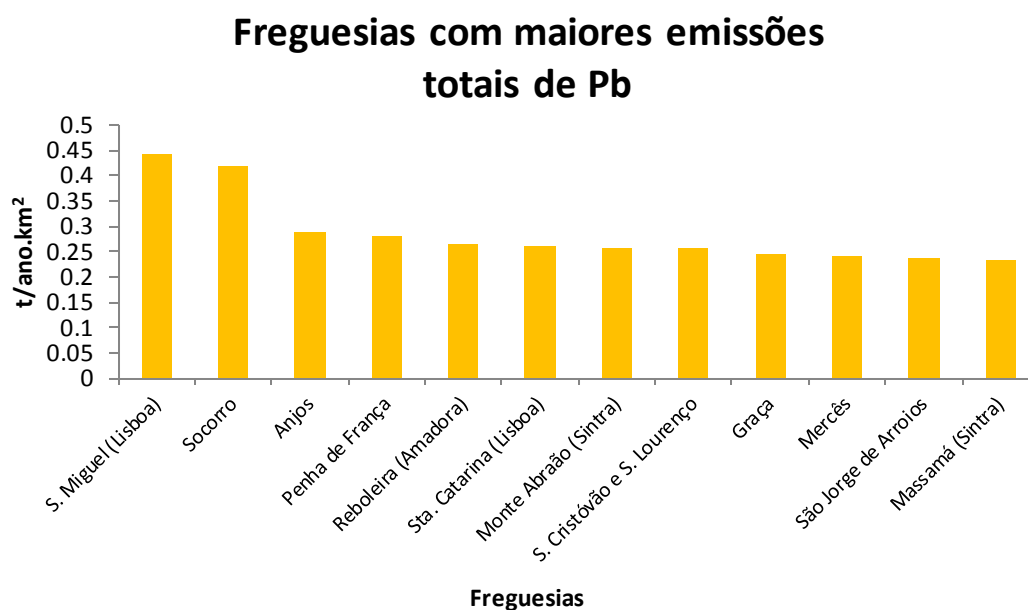


Figura 55. Freguesias com maiores emissões totais de Pb

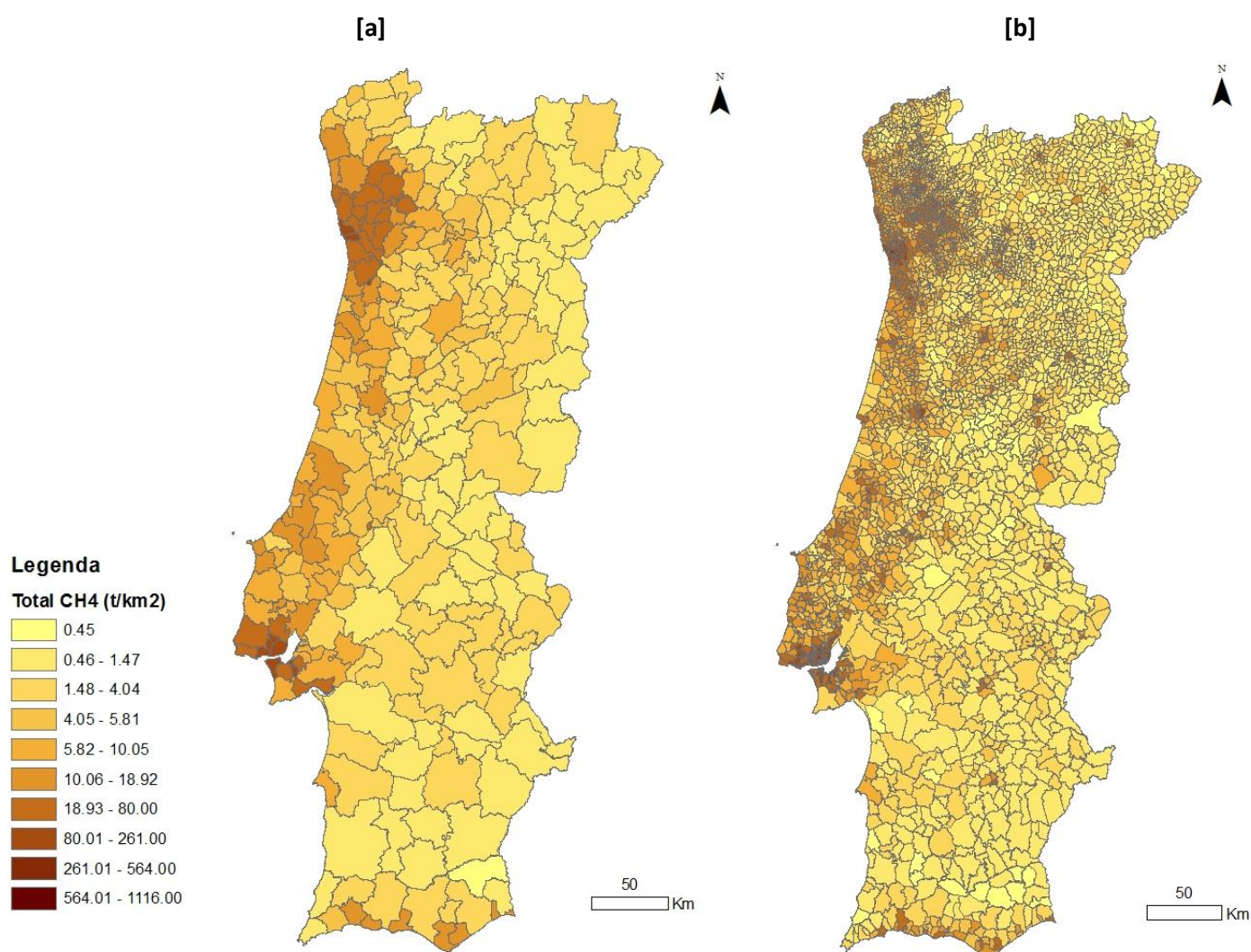
Neste grupo de doze freguesias, nove delas são pertencentes ao concelho de Lisboa, uma ao de Amadora e duas ao de Sintra. As maiores emissões, de aproximadamente 0,4 t/ano.km², ocorrem em São Miguel e Socorro (Lisboa), e as restantes dez freguesias apresentam valores muito próximos entre si (rondando as 0,29 e 0,24 t/ano.km²). Mais uma vez se verifica que varias freguesias com emissões significativas (como Monte Abraão e Massamá) pertencem a um concelho com emissões pouco expressivas (Sintra é apenas o 18º concelho com maiores emissões de Pb).

Relativamente à diversidade da quantidade de Pb estimada nas freguesias de cada concelho, em Lisboa são apresentadas emissões que variam entre as 0,037 t/ano.km² (em Santa Maria de Belém) e as 0,44 t/ano.km², como indica o gráfico da Figura 55; em Amadora o intervalo de valores estimados para as freguesias é menor, variando entre as 0,05 t/ano.km² (na Venteira) e as 0,26 t/ano.km²; em Sintra as freguesias tomam valores entre as 3,5E-3 t/ano.km² (em São João das Lampas) e 0,23 t/ano.km².

Analisando, ainda, a distribuição espacial das emissões nas zonas circundadas a vermelho, verifica-se que em Castelo Branco, as emissões na freguesia de Castelo Branco são de 3E-3 t/ano.km², enquanto que na maioria das restantes não são alcançadas as 5E-4 t/ano.km²; em Portalegre, a grande parte das emissões provem da freguesia da Sé, com 0,014 t/ano.km², enquanto que nas restantes variam apenas entre as 1,2E-4 e as 5,9E-3 t/ano.km²; em Évora, as freguesias de São Mamede, de Santo Antão e da Sé e São Pedro, com emissões entre as 0,04

t/ano.km² e as 0,1 t/ano.km², são as que se destacam no concelho, dado que as restantes emitem valores bastante mais baixos, entre as 6E-5 t/ano.km² e as 0,01 t/ano.km²; no concelho Beja também se verifica que a maioria das emissões se concentra apenas em algumas freguesias, Salvador, São João Baptista, Santa Maria da Feira, Santiago Maior e Beringel, com valores entre 0,015 e 0,001 t/ano.km², sendo que nas restantes, as quantidades de Pb emitidas variam apenas entre as 4,5E-5t/ano.km² e as 5,2E-4 t/ano.km².

A próxima análise é referente aos GEE. Na Figura 56 são apresentadas as distribuições espaciais do CH₄, podendo-se verificar que as emissões por concelho e por freguesia são



semelhantes.

Figura 56. Distribuição das emissões totais de CH₄ por concelho [a] e por freguesia [b]

O CH₄ também apresenta uma tendência de emissões semelhante nos dois mapas, podendo-se distinguir os municípios da Amadora (260 t/ano.km²), Lisboa (245 t/ano.km²), Porto (233 t/ano.km²), Odivelas (177 t/ano.km²) e Oeiras (126 t/ano.km²).

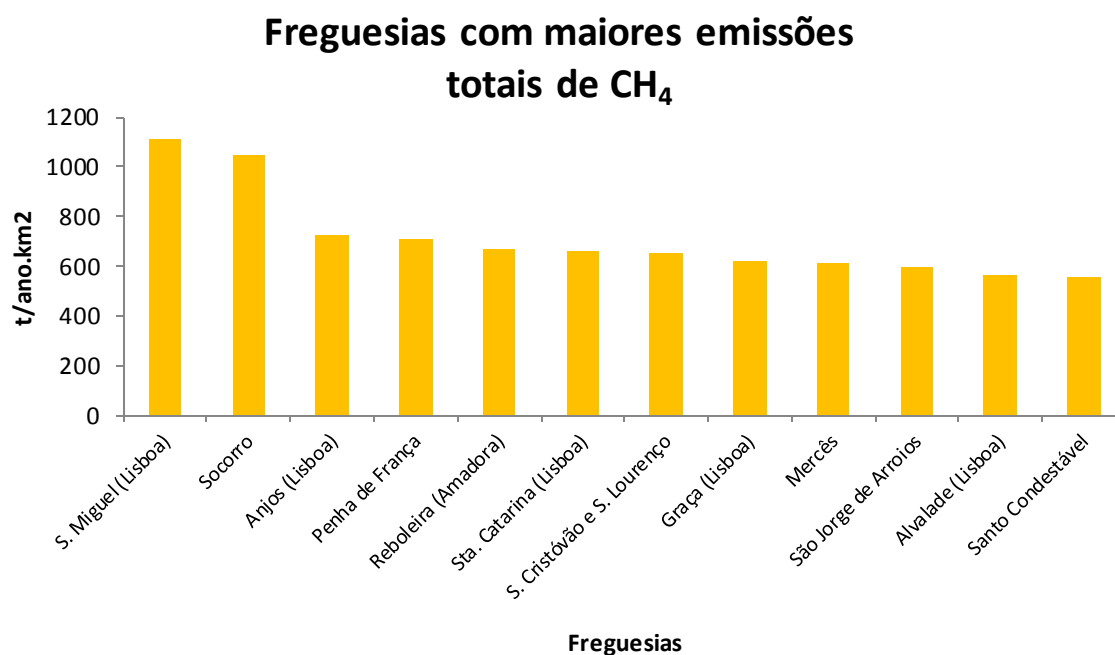


Figura 57. Freguesias com maiores emissões totais de CH₄

As doze freguesias com maiores emissões correspondem aos concelhos de Lisboa e Amadora, sendo que apenas uma delas, Reboleira, é pertencente ao segundo.

Relativamente à variabilidade das quantidades de CH₄ emitidas nestes concelhos, pode-se constatar que existe uma grande diferença nas emissões de freguesia para freguesia, sendo que Lisboa apresenta emissões entre as 31 t/ano.km² (em Alcabideche) e as 1116 t/ano.km² (pertencentes à freguesia de São Miguel e visíveis no gráfico da Figura 57), e Amadora entre as 134 t/ano.km² na Venteira e as 670 t/ano.km², apresentando um intervalo de valores menor que Lisboa, ou seja, neste concelho as emissões estão mais homogeneamente distribuídas pelas freguesias. O facto de a Amadora ter um número bastante inferior de freguesias também pode contribuir para esse fenómeno.

A distribuição de emissões do CO₂ (Figura 58) é semelhante nos dois mapas, e analisando a Figura 58 [a] pode-se distinguir 6 concelhos com emissões que sobressaem: Matosinhos

(16642 t/ano.km²), Sines (9940 t/ano.km²), Setúbal (8102 t/ano.km²), Vila Franca de Xira (4604 t/ano.km²), São João da Madeira (4473 t/ano.km²) e Coimbra (3950 t/ano.km²).

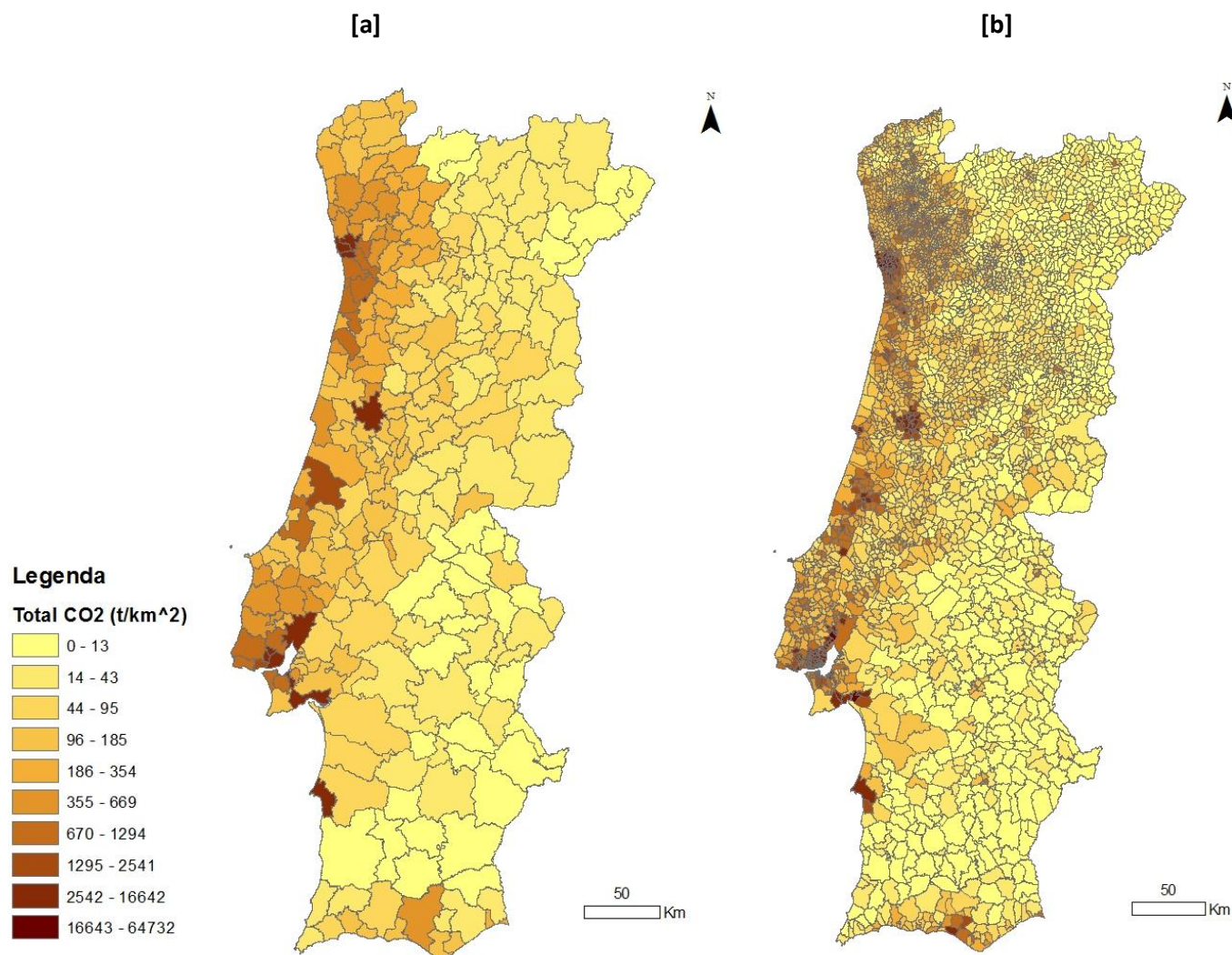


Figura 58. Distribuição das emissões totais de CO₂ por concelho [a] e por freguesia [b]

As doze freguesias em que são estimadas maiores emissões (Figura 59) correspondem aos concelhos Vila Franca de Xira (em que Póvoa de Santa Iria atinge o valor máximo, destacando-se das restantes), Setúbal, Matosinhos e Lisboa. Mais uma vez, apesar das emissões estimadas para o concelho de Sines serem as segundas mais elevadas, as emissões nas suas freguesias não são tão significativas (a freguesia Sines encontra-se em 20^o nas que emitem maiores quantidades de CO₂).

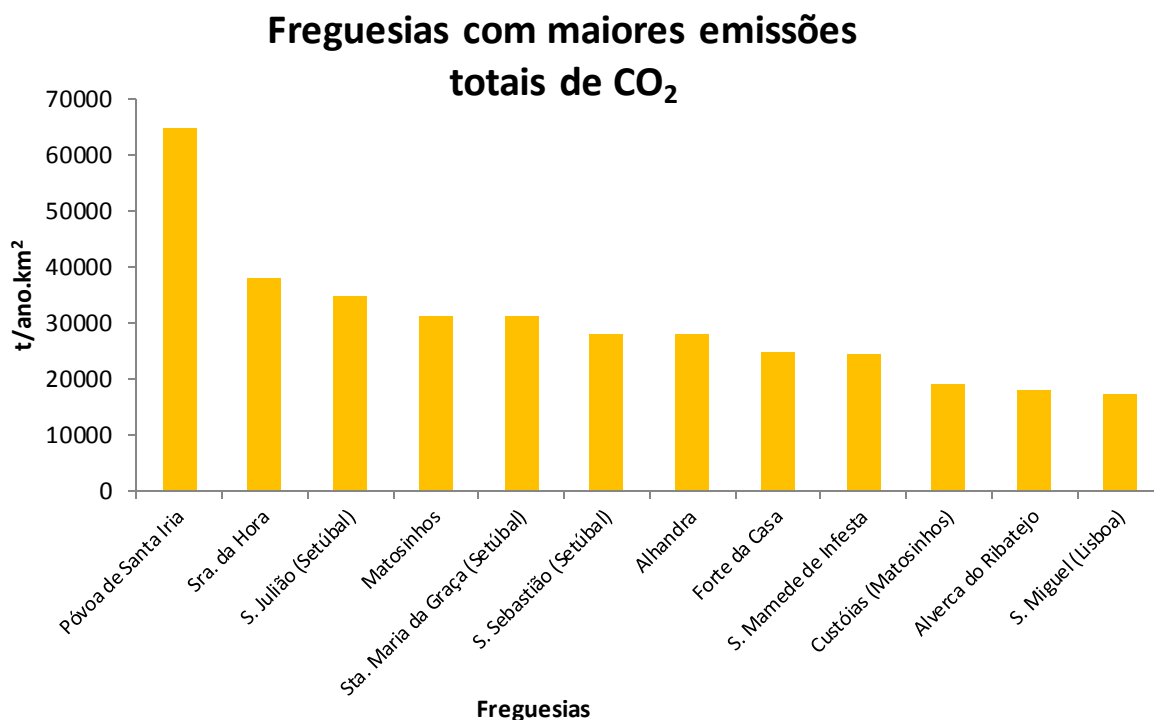


Figura 59. Freguesias com maiores emissões totais de CO₂

Analisando a gama de valores de emissão das freguesias por concelho, tem-se que em Vila Franca de Xira ocorrem emissões entre as 820 t/ano.km² (na freguesia Vila Franca de Xira) e as 64731 t/ano.km²; em Matosinhos entre as 7751 t/ano.km² (em Lavra) e as 38147 t/ano.km², intervalo de valores bastante mais pequeno que no caso do concelho anterior; em Setúbal entre as 1700 t/ano.km² (no Sado) e as 34789 t/ano.km²; e em Lisboa entre as 1422 t/ano.km² (em Santa Maria de Belém) e as 17360 t/ano.km². Relativamente a Sines e Coimbra, no primeiro são estimadas 12480 t/ano.km² na freguesia de Sines e 2179 t/ano.km² na de Porto Covo, e no segundo as emissões variam entre as 1249 t/ano.km² registadas em Vil de Matos, e as 12974 t/ano.km² em Santo António dos Olivais. Nos mapas da Figura 58 ainda se destaca o concelho de Loulé, em que a maioria das emissões estimadas são provenientes das freguesias da Quarteira, São Clemente e Almancil, com valores bastante superiores aos que se verificam nas restantes freguesias deste município.

Por último, é apresentada a distribuição espacial das emissões do N₂O na Figura 60, verificando-se que os dois mapas são semelhantes.

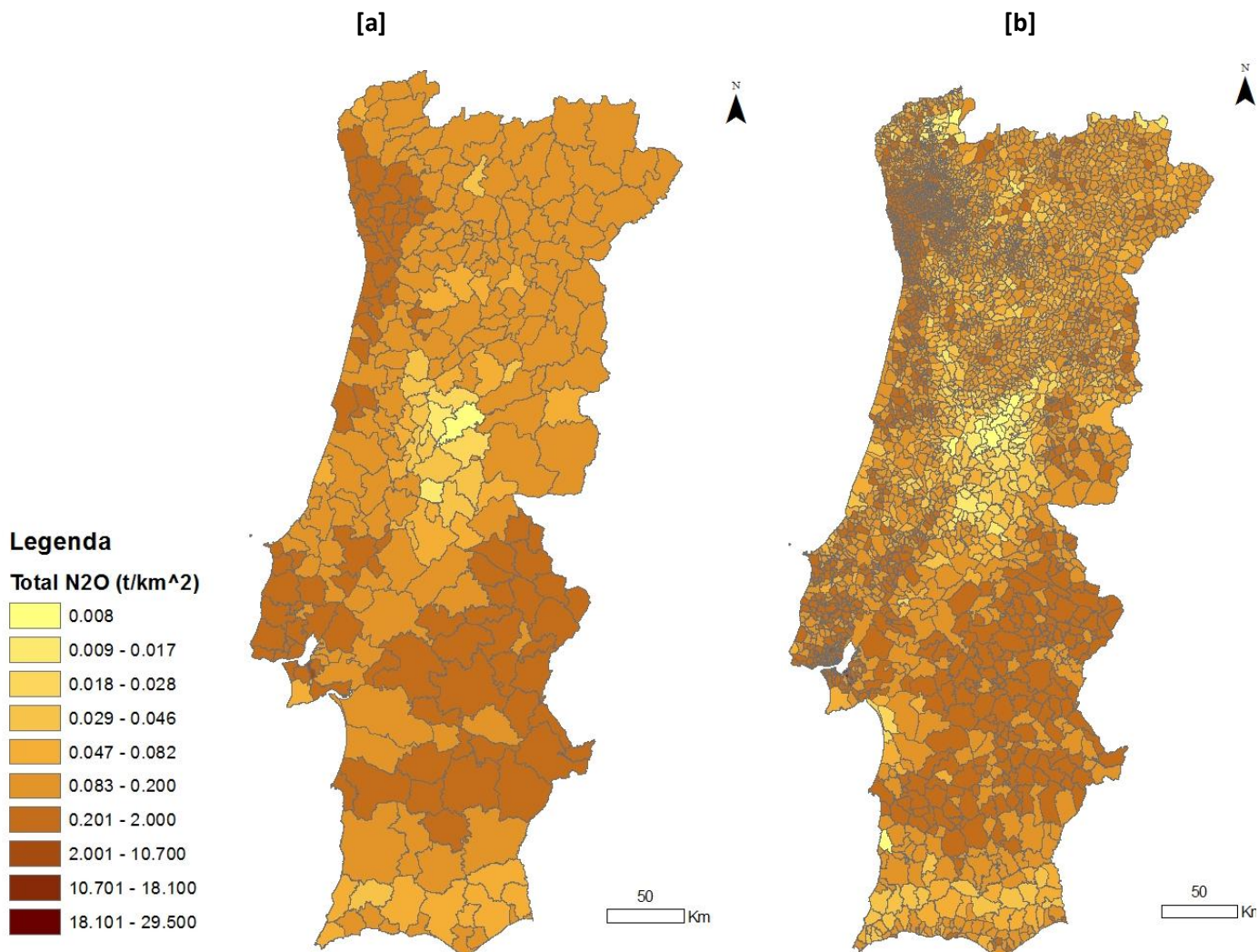


Figura 60. Distribuição das emissões totais de N₂O por concelho [a] e por freguesia [b]

O N₂O é um poluente emitido essencialmente por atividades relacionadas com a agricultura e pecuária, portanto as emissões mais significativas ocorrem em zonas em que há maiores áreas destinadas a este fim, como no Alentejo e nas zonas de maior densidade populacional (ou em seu redor).

As emissões mais elevadas ocorrem nos concelhos do Barreiro, que se destaca bastante dos outros com um valor de 10,6 t/ano.km². Este valor tão alto pode-se atribuir a atividades de exploração marina de sal, de pesca e de agricultura (vinhedos, cultivo de cereais, etc.) (URL 9).

Os concelhos com os seguintes valores mais elevados correspondem à Amadora, Lisboa, Porto, Odivelas e Matosinhos, com emissões que rondam 1 t/ano.km² em cada. As freguesias que apresentam emissões mais significativas são indicadas no gráfico da Figura 61.

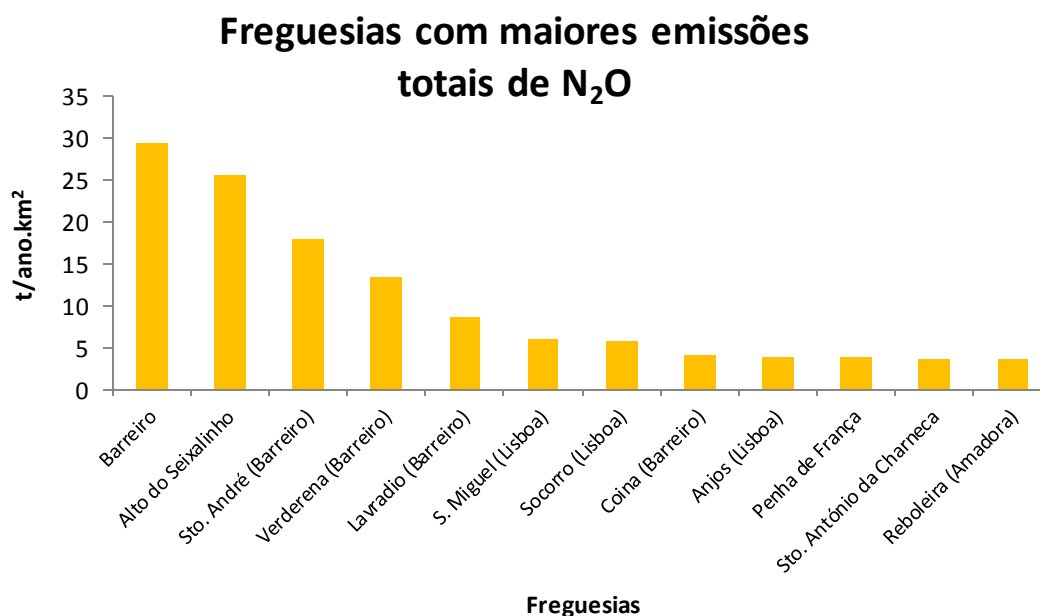


Figura 61. Freguesias com maiores emissões totais de N₂O

É nos concelhos para onde são estimadas maiores emissões (Barreiro, Lisboa e Amadora) que se localizam as doze freguesias que emitem maiores quantidades de N₂O. Nas freguesias do Barreiro, as emissões variam entre as 0,5 t/ano.km² (em Palhais) e as 29 t/ano.km², visíveis na Figura 61; em Lisboa são estimados valores entre 0,5 t/ano.km² (em Santa Maria de Belém) e as 6,1 t/ano.km²; e na Amadora verificam-se valores entre as 0,7 t/ano.km² (em Venteira) e as 3,7 t/ano.km².

As freguesias onde são estimadas as menores emissões são, provavelmente, aquelas que se encontram mais afastadas dos locais que contribuem mais para as emissões de cada poluente (principalmente se esta for uma fonte pontual).

Observando as distribuições espaciais das emissões de todos os poluentes, de uma forma geral, pode-se perceber que o N₂O e NH₃, que têm distribuições mais homogêneas por todo o país, são emitidos essencialmente por fontes em área, enquanto que os restantes, têm principal origem em fontes pontuais.

6. Conclusões

O principal objetivo deste trabalho foi efetuar uma discretização espacial do atual Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas (2009), desenvolvido pela APA e com valores de emissão por concelho. A discretização seguiu uma metodologia “top-down”, determinando-se os valores de emissão por freguesia, para cada setor de atividade.

Foi realizada a análise evolutiva das emissões de poluentes, por tipo de fonte e por setor. Este estudo é de elevada importância para que se tenha noção da eficácia das estratégias de controlo da poluição atmosférica ao longo dos anos, e assim atuar em relação aos poluentes que apresentam piores resultados. No período de estudo, de 2003 a 2009, pode-se concluir que o SO_2 , NH_3 , Pb , CO , Hg , CO_2 e N_2O são os que apresentam uma maior tendência de diminuição. No caso do SO_2 , do CO_2 e dos metais pesados, esta diminuição revela eficácia das medidas de controlo dos poluentes e estratégias para as alterações climáticas. A comparação entre os dois tipos de fonte revela ainda que a maioria das emissões é originada por fontes antropogénicas, à exceção dos COVNM que apresentam elevadas emissões por fontes naturais.

Relativamente à análise evolutiva por setor, verifica-se que o SNAP 1 (produção de energia), SNAP 2 (combustão residencial e comercial) e SNAP 3 (combustão industrial) contribuem significativamente para a emissão da maioria dos poluentes, embora a tendência de emissões seja variável: verifica-se uma diminuição pelo SNAP 1 e SNAP 2, ao longo dos anos, de praticamente todos os poluentes que emitem (esta redução dever-se-á à adoção de tecnologias menos poluentes por parte dos setores de atividade considerados); já o SNAP3 revela, para o período de estudo, um aumento de alguns poluentes, como do NO_2 e PM_{10} , sendo de grande interesse promover a diminuição das suas emissões. Atualmente, nos países da Europa, os poluentes considerados mais problemáticos para a saúde humana são os materiais particulados e o ozono (O_3), associando-se, portanto aos NO_x e COVNM, os seus principais precursores (EEA, 2012). Desta forma, verifica-se que é necessário atuar no sentido de diminuir as emissões de PM_{10} e NO_2 , visto que são poluentes que apresentam apenas uma ligeira diminuição e comportamentos irregulares ao longo do período de estudo.

O SNAP 9 e o SNAP 10 (eliminação e tratamento de resíduos e agricultura/pecuária, respetivamente) também mostram emissões elevadas de alguns poluentes, nomeadamente NH_3 , CH_4 e N_2O .

Seria, ainda, de extrema importância analisar o setor correspondente ao SNAP 7 (transportes rodoviários), visto que entre 10 a 18 milhões de pessoas estão expostas a elevadas concentrações de poluentes atmosféricos, situação para a qual o setor dos transportes contribui significativamente (Miranda *et al*, 2005). Assim sendo, seria vantajoso que os sistemas de gestão de tráfego dos municípios fossem melhorados, nomeadamente através da implementação de contadores nas principais vias urbanas, ou de contagens periódicas, de forma a gerar informação mais completa e sistematizada. Esta informação seria de extrema relevância, não só para a análise científica destas questões, como também para munir os municípios de ferramentas essenciais para uma gestão de tráfego sustentada.

A discretização espacial do atual Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas foi realizada seguindo uma metodologia “top-down”, utilizando os indicadores mais adequados à desagregação das emissões, selecionados para cada setor.

Relativamente a esta discretização, verifica-se que as emissões a nível de freguesia, em algumas situações, apresentam uma relação clara entre as suas distribuições e a distribuição que o indicador selecionado ocupa. Um destes casos é relativo às emissões de COVNM pelo SNAP 3, em que a sua distribuição é idêntica à do indicador utilizado “número de indivíduos residentes empregados no setor secundário”. No entanto, na maioria dos casos, esta semelhança é referente apenas à zona litoral, visto que em algumas freguesias do interior verifica-se uma ocupação elevada pelos indicadores, e no entanto, registam-se emissões baixas nessas freguesias, como é o caso das PM10 emitidas pelo SNAP 3, em que pela distribuição do indicador se observa uma contribuição elevado na freguesia de Castelo Branco, enquanto que as emissões que ocorrem aí são pouco significativas. Este facto deve-se à existência de emissões baixas no concelho de Castelo Branco, concluindo-se que apesar de poderem existir várias fontes de PM10 nesse local, estas emitem em pouca quantidade. Já o contrário se verifica nas freguesias pertencentes a Vila Velha de Ródão, que em setores de atividade relacionados com a indústria, correspondentes aos SNAP 3 e SNAP 4, se verificam grandes quantidades emitidas de praticamente todos os poluentes, e no entanto, os valores associados aos indicadores utilizados são baixos nessas freguesias. Desta forma, conclui-se que existem poucas ou ineficazes estratégias para a redução da poluição nessa zona, sendo importante que haja um maior controlo das atividades em questão neste município.

Comparando as emissões totais estimadas para os concelhos com as obtidas para as freguesias, é possível perceber quais as freguesias onde existe maior contribuição para a emissão dos poluentes por concelho. Pode-se concluir que, em muitos casos, a freguesia que apresenta maiores emissões de um poluente não corresponde ao concelho onde se verificam as emissões mais elevadas, como é o caso dos COVNM, em que o concelho com maiores emissões em área é o da Amadora, e no entanto, as freguesias que apresentam maiores valores são pertencentes a Lisboa (São Miguel e Socorro) e Vila Franca de Xira (na freguesia Póvoa de Santa Iria), sendo que as emissões deste último, por concelho, não apresentam valores muito elevados. Numa situação idêntica à deste poluente, encontram-se o SO₂, as PM10, o Hg, o Pb, o CH₄ e o CO₂.

Assim, conclui-se que a análise baseada apenas nas emissões ao nível do concelho pode não revelar quais as zonas onde existe uma maior quantidade de poluentes emitidos e onde é mais importante atuar com medidas de prevenção e redução da poluição.

Através deste trabalho percebe-se a importância dos indicadores usados na aplicação de uma metodologia “top-down” para aumento da resolução de um inventário de emissões, fundamental para uma análise mais detalhada das fontes emissoras e suporte a estudos de modelação e estratégias de redução de emissões atmosféricas.

Em futuros trabalhos, para melhorar a discretização espacial das emissões pela metodologia “top-down”, seria interessante encontrar indicadores com informação além da “quantidade” (número de indivíduos, número de indústrias, etc.), dado que existem indicadores, como as indústrias, que, dependendo da sua função, contribuem de forma diferente para a emissão de poluentes. Outro fator que poderia melhorar os resultados obtidos é a qualidade da informação recolhida, visto que os dados utilizados para indicadores podem nem sempre ser muito consistentes. Exemplo disso é o indicador relativo às indústrias transformadoras, dado que a base de dados correspondente a estas indústrias está em constante manutenção, sendo continuamente adicionadas e/ou retiradas empresas.

Referências

- Adams, M., Cryan S., Mourelatou, A. (2008) Air Emission Inventory data in Europe: New Perspectives, EPA, 17th Annual International Emission Inventory Conference "Inventory Evolution - Portal to Improved Air Quality", Session 3.
- Borrego, C., Miranda, A.I., Ferreira, J., Tchepel, O., Monteiro, A., Dias, D., Ribeiro, I., Tavares, R., Barbedo, P. (2009) Melhoria do Atual Inventário de Emissões de Poluente Atmosféricos da Região Norte, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDRN), Universidade de Aveiro.
- Borrego, C., Carvalho, A., Sá, E., Sousa, S., Coelho, D., Lopes, M., Monteiro, A. and Miranda, A.I. (2011), Air Quality Plans for the Northern Region of Portugal: Improving Particulate Matter and Coping with Legislation, Advanced Air Pollution, Dr. Farhad Nejadkoorki (Ed.), ISBN: 978-953-307-511-2, InTech, Universidade de Aveiro, Portugal.
- Builtjes, P., Walker, S. E., Pregger, T., Borrego, C. e Schaap, M. (2006). First recommendations for best methods and techniques for conducting air quality assessment at regional/continental scale. Air4EU: Air Quality Assessment for Europe: from local to continental scale.
- Casares, J. J., Souto, J. A., Rodríguez, R., Maceira, P., Ramos, S., Costoya, M., Vellón, J. M. (2005) Inventario, Análisis y Proyección de las Emisiones Atmosféricas industriales de Galicia. Santiago de Compostela: Servizo de Publicacións e Intercambio Científico. Universidade de Santiago de Compostela.
- CCDR-LVT (2006), Inventário de Emissões atmosféricas da região de Lisboa e Vale do Tejo 2000-2001, ISBN 978-972-8872-11-3, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT), Lisboa.
- Chang, J.P., Gaborit, G. (2004). Mediterranean Road Transport – Guidelines relating to national and local emissions. Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique.
- Coenen, P., (2008) New developments in the Emission Inventory of the Netherlands, The Netherlands Organization for Applied Scientific Research Built Environment and Geosciences Business unit Environment, Health and Safety.

CORINAIR 94, Selected Nomenclature for Air Pollution for CORINAIR 91 Inventory (SNAP 94).

Dios, M., Souto, J. A., Casares, J. J., Gallego, N., Saéz, A., Macho, M. L., Cartelle, D., Vellón, J. M., 2012. Department of Chemical Engineering, University of Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, Spain. Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia, Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, Xunta de Galicia, Spain. Troposfera S.C., Ferrol, Spain.

EEA (2012): Air quality in Europe — 2012 report, Serviço das Publicações da União Europeia, ISBN 978-92-9213-328-3, European Environment Agency (EEA), Copenhagen.

Ferreira, J. (2007) Relação Qualidade do Ar e Exposição Humana a Poluentes Atmosféricos, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente.

Goodchild, M. F., Parks, B. O., Steyaert, L. T., 1993. Environmental modelling with GIS, New York, Oxford University Press.

IIR 2013, Portuguese Informative Inventory Report, 1990-2011, 2013, Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

INEA, 2012. Qualidade do ar. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/fma/qualidade-ar.asp> [acedido a 12 de Abril de 2013].

INERPA, 2011, Emissões de Poluentes Atmosférico por Concelho 2009, 2011, Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

Karvosenoja, N., (2008) Emission scenario model for regional air pollution. Helsinki: Finnish Environment Institut.

Miranda, A.I., Costa, A.M. e Borego, C. (2005): Transportes Sustentáveis para a Cidade do Futuro (Sustainable Transports for the City of Tomorrow). Universidade de Aveiro, Portugal.

Monteiro, A. (2003) Poluição atmosférica na região de Aveiro: modelação de mesoscala e sua validação. Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Mestre em Poluição Atmosférica.

- Monteiro, A., Borrego, C., Tchepel, O., Santos, P., Miranda, A. I. (2001) - Inventário de emissões atmosféricas – base de dados POLAR2. Aplicação à modelação atmosférica. 7ª Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente, 18-20 de Abril, Aveiro, Portugal – Actas VII Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente: Eds. T. Andresen, C. Coelho, L. Arroja and A.I. Miranda, Aveiro, pp.954-958
- Monteiro, A., Borrego, C., Miranda, A., Gois, V., P.Torres, Perez, A., (2007) Using Air Quality Modelling to Improve Air Emission Inventories, CESAM, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro.
- NIR, 2013, Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2011; 2013, Agência Portuguesa do Ambiente (APA).
- Pulles, T., Heslinga, D. (2010) The Art of Emission Inventorying. A pragmatic approach to Emission Inventories for various applications, TNO-Environment and Geosciences.
- Seinfeld, J. H. e Pandis, S. N. (1998). Atmospheric Chemistry and Physics, From Air Pollution to Climate Change. Wiley Interscience, New York USA 1326, ISBN 0-471-17815-2.
- Simpson D., Winiwater W., Börjesson G., Cinderby S., Ferreira A., Guenther A., Hewitt C. N., Janson R., Khalil M. A. K., Owen S., Pierce T., Puxbaum H., Shearer M., Skiba U., Steinbrecher R., Tarrasón L., Öquist M. G. (1999) Inventorying emissions from nature in Europe. Journal of Geophys. Res. 104, 8113-8152.
- Van Aardenne, J. A. (2002) Uncertainties in emission inventories. Thesis (PhD). Wageningen University, The Netherlands.

Legislação

- Decreto 20/93, de 21 de Junho de 1993, aprova, para ratificação, a Convenção Quadro sobre Alterações Climáticas.
- Decreto 20/2004 Protocolo à Convenção de 1979 sobre a Poluição Atmosférica Transfronteiriça a Longa Distância relativo à Redução da Acidificação, Eutrofização e Ozono Troposférico, assinado em Gotemburgo em 1 de Dezembro de 1999.
- Diretiva 2001/81/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, relativa ao estabelecimento de valores limite nacionais de emissão de determinados poluentes atmosféricos, designada por Tectos de Emissão Nacionais.

Resolução de Conselho de Ministros n.º 68/2005, características obrigatórias na elaboração de um inventário.

UNECE, 1984. Protocol to the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution on Long-term Financing of the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP)., Geneva: United Nations Economic Commission for Europe.

UNECE, 1985. Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution on the Reduction of Sulfur Emissions or Their Transboundary Fluxes by at Least 30 Percent, Geneva: United Nations Economic Commission for Europe.

UNECE, 1988. Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution Concerning the Control of Emission of Nitrogen Oxides or Their Transboundary Fluxes, Geneva: United Nations Economic Commission for Europe.

UNECE, 1991. Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution Concerning the Control of Emission of Volatile Organic Compounds or Their Transboundary Fluxes, Geneva: United Nations Economic Commission for Europe.

UNECE, 1994. Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution on Further Reduction of Sulphur Emissions, Geneva: United Nations Economic Commission for Europe.

UNECE, 1999. Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone, Geneva: United Nations Economic Commission for Europe.

UNFCCC, 1997. United Nations Framework Convention on Climate Change, Kyoto, Japan: United Nations.

Sítios na Internet

URL 1 (APA) - <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=150>

URL 2 (CEIP) - <http://www.ceip.at/reporting-instructions/>

URL 3 (Censos 2011) – http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011_apresentacao

URL 4 (E-PRTR) – <http://prtr.ec.europa.eu/FacilityLevels.aspx>

URL 5 (Infoempresas) – http://www.infoempresas.com.pt/C_INDUSTRIAS-TRANSFORMADORAS.html

URL 6 (INE) – http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main

URL 7 (Galpenergia) - <http://www.galpenergia.com/PT/agalpenergia/os-nossos-negocios/Refinacao-Distribuicao/ARL/Refinacao/Paginas/Home.aspx>

URL 8 (SMM) - <http://www.smm.com.pt/pt/projecto/7+14/caldeira-no-caima-em-constancia/>

URL 9 (CM - Barreiro) - <http://www.cm-barreiro.pt/pt>

Anexo A1– Relação entre os códigos IPPC e E-PRTR

IPPC Directive (96/61/EC)		PRTR Regulation	
Code	Activity	Code	Activity
1	Energy industries	1.	Energy sector
1.2	Mineral oil and gas refineries	(a)	Mineral oil and gas refineries
1.4	Coal gasification and liquefaction plants	(b)	Installations for gasification and liquefaction
1.1	Combustion installations with a rated thermal input exceeding	(c)	Thermal power stations and other combustion installations
1.3	Coke ovens	(d)	Coke ovens
		(e)	Coal rolling mills
		(f)	Installations for the manufacture of coal products and solid smokeless fuel
2	Production and processing of metals	2.	Production and processing of metals
2.1	Metal ore (including sulphide ore) roasting or sintering installations	(a)	Metal ore (including sulphide ore) roasting or sintering installations
2.2	Installations for the production of pig iron or steel (primary or secondary fusion) including continuous casting	(b)	Installations for the production of pig iron or steel (primary or secondary melting) including continuous casting
2.3	Installations for the processing of ferrous metals:	(c)	Installations for the processing of ferrous metals:
	(a) hot-rolling mills		(i) Hot-rolling mills
	(b) smitheries with hammers		(ii) Smitheries with hammers
	(c) application of protective fused metal coats		(iii) Application of protective fused metal coats
2.4	Ferrous metal foundries	(d)	Ferrous metal foundries
2.5	Installations	(e)	Installations:
	(a) for the production of non-ferrous crude metals from ore, concentrates or secondary raw materials by metallurgical, chemical or electrolytic processes		(i) For the production of non-ferrous crude metals from ore, concentrates or secondary raw materials by metallurgical, chemical or electrolytic processes
	(b) for the smelting, including the alloyage, of non-ferrous metals, including recovered products (refining, foundry casting, etc.)		(ii) For the smelting, including the alloying, of non-ferrous metals, including recovered products (refining, foundry casting, etc.)
2.6	Installations for surface treatment of metals and plastic materials using an electrolytic or chemical process	(f)	Installations for surface treatment of metals and plastic materials using an electrolytic or chemical process
3.	Mineral industry	3.	Mineral industry
		(a)	Underground mining and related operations
		(b)	Opencast mining and quarrying
3.1	Installations for the production of	(c)	Installations for the production of:
	cement clinker in rotary kilns		(i) Cement clinker in rotary kilns
	or lime in rotary kilns		(ii) Lime in rotary kilns
	or in other furnaces		(iii) Cement clinker or lime in other furnaces
3.2	Installations for the production of asbestos and the manufacture of asbestos-based products	(d)	Installations for the production of asbestos and the manufacture of asbestos-based products

3.3	Installations for the manufacture of glass including glass fibre	(e)	Installations for the manufacture of glass, including glass fibre
3.4	Installations for melting mineral substances including the production of mineral fibres	(f)	Installations for melting mineral substances, including the production of mineral fibres
3.5	Installations for the manufacture of ceramic products by firing, in particular roofing tiles, bricks, refractory bricks, tiles, stoneware or porcelain,	(g)	Installations for the manufacture of ceramic products by firing, in particular roofing tiles, bricks, refractory bricks, tiles, stoneware or porcelain
4.	Chemical industry Production within the meaning of the categories of activities contained in this section means the production on an industrial scale by chemical processing of substances or groups of substances listed in Sections 4.1 to 4.6	4.	Chemical industry
4.1	Chemical installations for the production of basic organic chemicals, such as:	(a)	Chemical installations for the production on an industrial scale of basic organic chemicals, such as:
	(a) simple hydrocarbons (linear or cyclic, saturated or unsaturated, aliphatic or aromatic)		(i) Simple hydrocarbons (linear or cyclic, saturated or unsaturated, aliphatic or aromatic)
	(b) oxygen-containing hydrocarbons such as alcohols, aldehydes, ketones, carboxylic acids, esters, acetates, ethers, peroxides, epoxy resins		(ii) Oxygen-containing hydrocarbons such as alcohols, aldehydes, ketones, carboxylic acids, esters, acetates, ethers, peroxides, epoxy resins
	(a) sulphurous hydrocarbons		(iii) Sulphurous hydrocarbons
	(d) nitrogenous hydrocarbons such as amines, amides, nitrous compounds, nitro compounds or nitrate compounds, nitriles, cyanates, isocyanates		(iv) Nitrogenous hydrocarbons such as amines, amides, nitrous compounds, nitro compounds or nitrate compounds, nitriles, cyanates, isocyanates
	(e) phosphorus-containing hydrocarbons		(v) Phosphorus-containing hydrocarbons
	(f) halogenic hydrocarbons		(vi) Halogenic hydrocarbons
	(g) organometallic compounds		(vii) Organometallic compounds
	(h) basic plastic materials (polymers synthetic fibres and cellulose-based fibres)		(viii) Basic plastic materials (polymers, synthetic fibres and cellulose-based fibres)
	(i) synthetic rubbers		(ix) Synthetic rubbers
	(j) dyes and pigments		(x) Dyes and pigments
	(k) surface-active agents and surfactants		(xi) Surface-active agents and surfactants
4.2	Chemical installations for the production of basic inorganic chemicals, such as:	(b)	Chemical installations for the production on an industrial scale of basic inorganic chemicals, such as:
	(a) gases, such as ammonia, chlorine or hydrogen chloride, fluorine or hydrogen fluoride, carbon oxides, sulphur compounds, nitrogen oxides, hydrogen, sulphur dioxide, carbonyl chloride		(i) Gases, such as ammonia, chlorine or hydrogen chloride, fluorine or hydrogen fluoride, carbon oxides, sulphur compounds, nitrogen oxides, hydrogen, sulphur dioxide, carbonyl chloride
	(b) acids, such as chromic acid, hydrofluoric acid, phosphoric acid, nitric acid, hydrochloric acid, sulphuric acid, oleum, sulphurous acids		(ii) Acids, such as chromic acid, hydrofluoric acid, phosphoric acid, nitric acid, hydrochloric acid, sulphuric acid, oleum, sulphurous acids
	(c) bases, such as ammonium hydroxide, potassium hydroxide, sodium hydroxide		(iii) Bases, such as ammonium hydroxide, potassium hydroxide, sodium hydroxide
	(d) salts, such as ammonium chloride, potassium chlorate, potassium carbonate, sodium carbonate, perborate, silver nitrate		(iv) Salts, such as ammonium chloride, potassium chlorate, potassium carbonate, sodium carbonate, perborate, silver nitrate
	(e) non-metals, metal oxides or other inorganic compounds such as calcium		(v) Non-metals, metal oxides or other inorganic compounds such as calcium carbide, silicon, silicon

	carbide, silicon, silicon carbide		carbide
4.3	Chemical installations for the production of phosphorous-, nitrogen- or potassium-based fertilizers (simple or compound fertilizers)	(c)	Chemical installations for the production on an industrial scale of phosphorous-, nitrogen- or potassium-based fertilizers (simple or compound fertilizers)
4.4	Chemical installations for the production of basic plant health products and of biocides	(d)	Chemical installations for the production on an industrial scale of basic plant health products and of biocides
4.5	Installations using a chemical or biological process for the production of basic pharmaceutical products	(e)	Installations using a chemical or biological process for the production on an industrial scale of basic pharmaceutical products
4.6	Chemical installations for the production of explosives	(f)	Installations for the production on an industrial scale of explosives and pyrotechnic products
5.	Waste management Without prejudice of Article 11 of Directive 75/442/EEC or Article 3 of Council Directive 91/689/EEC of 12 December 1991 on hazardous waste ¹	5.	Waste and waste water management
5.1	Installations for the disposal or recovery of hazardous waste as defined in the list referred to in Article 1(4) of Directive 91/689/EEC, as defined in Annexes II A and II B (operations R1, R5, R6, R8 and R9) to Directive 75/442/EEC and in Council Directive 75/439/EEC of 16 June 1975 on the disposal of waste oils ²	(a)	Installations for the recovery or disposal of hazardous waste
5.2	Installations for the incineration of municipal waste as defined in Council Directive 89/369/EEC of 8 June 1989 on the prevention of air pollution from new municipal waste incineration plants ³ and Council Directive 89/429/EEC of 21 June 1989 on the reduction of air pollution from existing municipal waste-incineration plants ⁴	(b)	Installations for the incineration of non-hazardous waste in the scope of Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste ⁵
5.3	Installations for the disposal of non-hazardous waste as defined in Annex II A to Directive 75/442/EEC under headings D8 and D9,	(c)	Installations for the disposal of non-hazardous waste
5.4	Landfills excluding landfills of inert waste	(d)	Landfills (excluding landfills of inert waste and landfills, which have been definitely closed before 16.7.2001 or for which the after-care phase required by the competent authorities according to Article 13 of Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste ⁶ has expired)
6.5	Installations for the disposal or recycling of animal carcasses and animal waste	(e)	Installations for the disposal or recycling of animal carcasses and animal waste

¹ OJ No L 377, 31. 12. 1991, p. 20. Directive as amended by Directive 94/31/EC (OJ No L 168, 2. 7. 1994, p. 28).

² OJ No L 194, 25. 7. 1975, p. 23. Directive as last amended by Directive 91/692/EEC (OJ No L 377, 31. 12. 1991, p. 48).

³ OJ No L 163, 14. 6. 1989, p. 32.

⁴ OJ No L 203, 15. 7. 1989, p. 50.

⁵ OJ L 332, 28.12.2000, p. 91.

⁶ OJ L 182, 16.7.1999, p. 1. Directive as amended by Regulation (EC) No 1882/2003.

Atividades consideradas para a determinação das indústrias no ponto 4.2.2

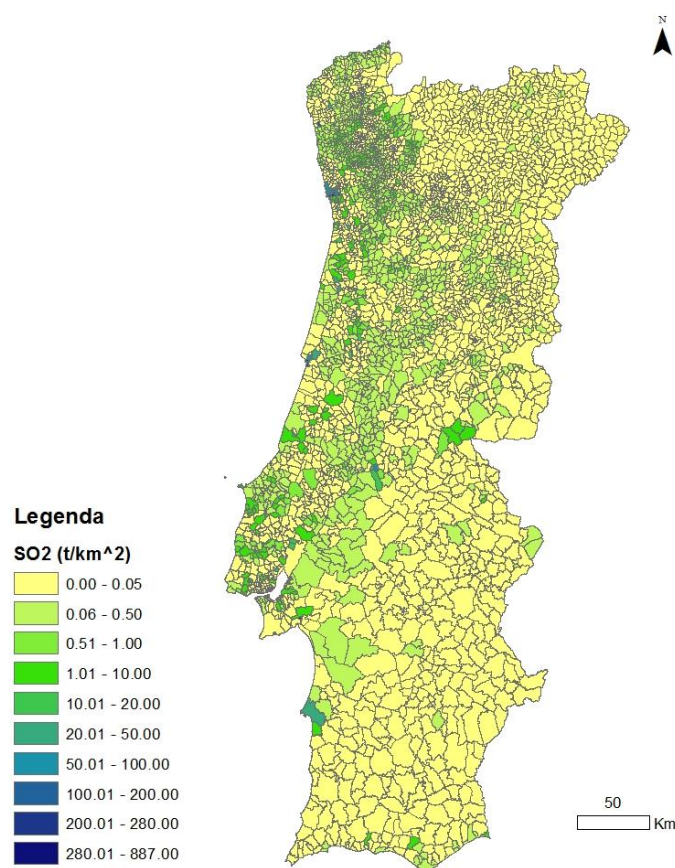
		(f)	Urban waste-water treatment plants
		(g)	Independently operated industrial waste-water treatment plants which serve one or more activities of this annex
6.	Other activities		
		6.	Paper and wood production and processing
6.1	Industrial plants for the production of:	(a)	Industrial plants for the production of pulp from timber or similar fibrous materials
	(a) pulp from timber or other fibrous materials		
	(b) paper and board	(b)	Industrial plants for the production of paper and board and other primary wood products (such as chipboard, fibreboard and plywood)
		(c)	Industrial plants for the preservation of wood and wood products with chemicals
		7.	Intensive livestock production and aquaculture
6.6	Installations for the intensive rearing of poultry or pigs	(a)	Installations for the intensive rearing of poultry or pigs
		(b)	Intensive aquaculture
		8.	Animal and vegetable products from the food and beverage sector
6.4	(a) Slaughterhouses	(a)	Slaughterhouses
	(b) Treatment and processing intended for the production of food products from:	(b)	Treatment and processing intended for the production of food and beverage products from:
	— animal raw materials (other than milk)		(i) Animal raw materials (other than milk)
	— vegetable raw materials		(ii) Vegetable raw materials
	(c) Treatment and processing of milk	(c)	Treatment and processing of milk
		9.	Other activities
6.2	Plants for the pre-treatment (operations such as washing, bleaching, mercerization) or dyeing of fibres or textiles	(a)	Plants for the pre-treatment (operations such as washing, bleaching, mercerization) or dyeing of fibres or textiles
6.3	Plants for the tanning of hides and skins	(b)	Plants for the tanning of hides and skins
6.7	Installations for the surface treatment of substances, objects or products using organic solvents, in particular for dressing, printing, coating, degreasing, waterproofing, sizing, painting, cleaning or impregnating,	(c)	Installations for the surface treatment of substances, objects or products using organic solvents, in particular for dressing, printing, coating, degreasing, waterproofing, sizing, painting, cleaning or impregnating
6.8	Installations for the production of carbon (hard-burnt coal) or electrographite by means of incineration or graphitization	(d)	Installations for the production of carbon (hard-burnt coal) or electro-graphite by means of incineration or graphitization
		(e)	Installations for the building of, and painting or removal of paint from ships

Anexo A2 – Relação entre os códigos IPPC e SNAP

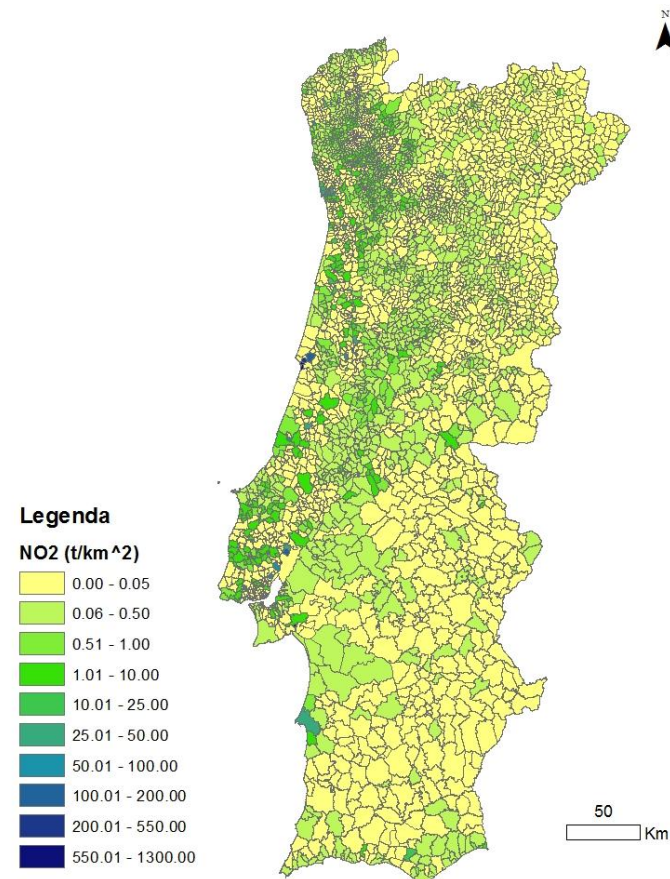
IPPC	Annex I Activities (Source Categories)	NOSE-P	NOSE-P Processes (allocation in NOSE-P Groups)	SNAP 2
1.	Energy industries			
1.1	Combustion installations > 50 MW	101.01	Combustion processes > 300 MW (Whole group)	01-0301
		101.02	Combustion processes >50 and <300 MW (Whole group)	01-0301
		101.04	Combustion in gas turbines (Whole group)	01-0301
		101.05	Combustion in stationary engines (Whole group)	01-0301
1.2	Mineral oil and gas refineries	105.08	Petroleum product processing (Manufacture of fuels)	0401
1.3	Coke ovens	104.08	Coke oven furnaces (Manufacture of coke, petroleum products and nuclear fuel)	0104
1.4	Coal gasification and liquefaction plants	104.08	Other solid fuel transformation (Manufacture of coke, petroleum products and nuclear fuel)	0104
2.	Production and processing of metals			
2.1/2.2/ 2.3/2.4/ 2.5/2.6	Metal industry and metal ore roasting or sintering installations; Installations for the production of ferrous and non-ferrous metals	104.12	Primary and secondary metal production or sinter plants (Metal industry involving fuel combustion)	0303
		105.12	Characteristic processes in the manufacture of metals and metal product (Metal industry)	0403
		105.01	Surface treatment of metals and plastics (General purpose manufacturing processes)	
3.	Mineral Industry			
3.1/3.3/ 3.4/3.5	Installations for the production of cement klinker (>500t/d), lime (>50t/d), glass (>20t/d), mineral substances (>20t/d) or ceramic products (>75t/d)	104.11	Manufacture of plaster, asphalt, concrete, cement , glass, fibres, bricks, tiles or ceramic products (Mineral product industry involving fuel combustion)	0303
3.2	Installations for the production of asbestos or asbestos-based products	105.11	Manufacture of asbestos and asbestos-based products (Mineral products industry)	0406
4.	Chemical industry and chemical installations for the production of:			
4.1	Basic organic chemicals	105.09	Manufacture of organic chemicals (Chemical industry)	0405
		107.03	Manufacture of solvent based organic products (Solvent use)	0603
4.2/4.3	Basic inorganic chemicals or fertilisers	105.09	Manufacture of inorganic chemicals or NPK fertilisers (Chemical industry)	0404
4.4/4.6	Biocides and explosives	105.09	Manufacture of pesticides or explosives (Chemical industry)	0405
4.5	Pharmaceutical products	107.03	Manufacture of pharmaceutical products (Solvent use)	0603

IPPC	Annex I Activities (Source Categories)	NOSE-P	NOSE-P Processes (allocation in NOSE-P Groups)	SNAP 2
5.	Waste management			
5.1/5.2	Installations for the disposal or recovery of hazardous waste (>10t/d) or municipal waste (>3t/h)	109.03	Incineration of hazardous or municipal waste (Waste incineration and pyrolysis)	0902
		109.06	Landfills (Solid waste disposal on land)	0904
		109.07	Physico-chemical and biological treatment of waste (Other waste management)	0910
		105.14	Regeneration/recovery of waste materials (Recycling industry)	0910
5.3/5.4	Installations for the disposal of non-hazardous waste (>50t/d) and landfills (>10t/d)	109.06	Landfills (Solid waste disposal on land)	0904
		109.07	Physico-chemical and biological treatment of waste (Other waste management)	0910
6.	Other Annex I activities			
6.1	Industrial plants for pulp from timber or other fibrous materials and paper or board production (>20t/d)	105.07	Manufacture of pulp, paper and paper products (Whole group)	0406
6.2	Plants for the pre-treatment of fibres or textiles (>10t/d)	105.04	Manufacture of textiles and textile products (Whole group)	0406
6.3	Plants for tanning of hides and skins (>12t/d)	105.05	Manufacture of leather and leather products (Whole group)	0406
6.4	Slaughterhouses (>50t/d), plants for the production of milk (>200t/d), other animal raw materials (>75t/d) or vegetable raw materials (>300t/d)	105.03	Manufacture of food products and beverages (Whole group)	0406
6.5	Installations for the disposal or recycling of animal carcasses and animal waste (>10t/d)	109.03	Incineration of animal carcasses and animal waste (Waste incineration and pyrolysis)	0904
		109.06	Landfills (Solid waste disposal on land)	0904
		105.14	Recycling of animal carcasses/waste (Recycling industry)	0910
6.6	Installations for poultry (>40000), pigs (>2000) or sows (>750)	110.04	Enteric fermentation (Whole group)	1004
		110.05	Manure management (Whole group)	1005
6.7	Installations for surface treatment or products using organic solvents (>200t/y)	107.01	Paint application (Solvent use)	0601
		107.02	Degreasing, dry cleaning and electronics (Solvent use)	0602
		107.03	Textile finishing or leather tanning (Solvent use)	0603
		107.04	Printing industry (Solvent use)	0604
6.8	Installations for the production of carbon or graphite	105.09	Manufacture of carbon or graphite (Chemical industry)	0404

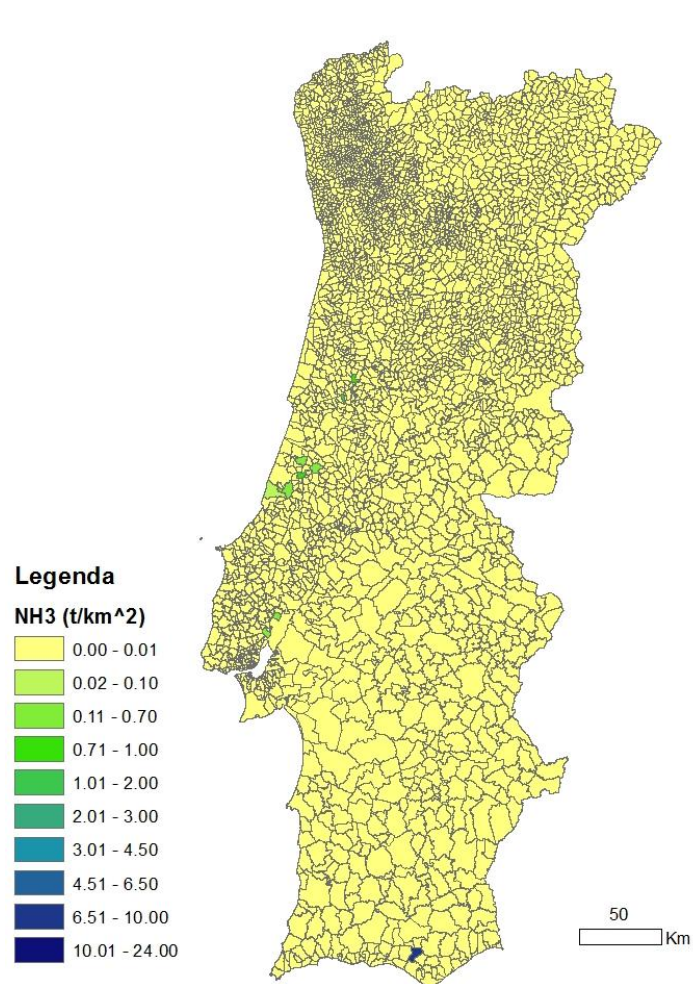
Anexo B – Desagregação das emissões provenientes do SNAP 3 através do “número de indústrias por freguesia”



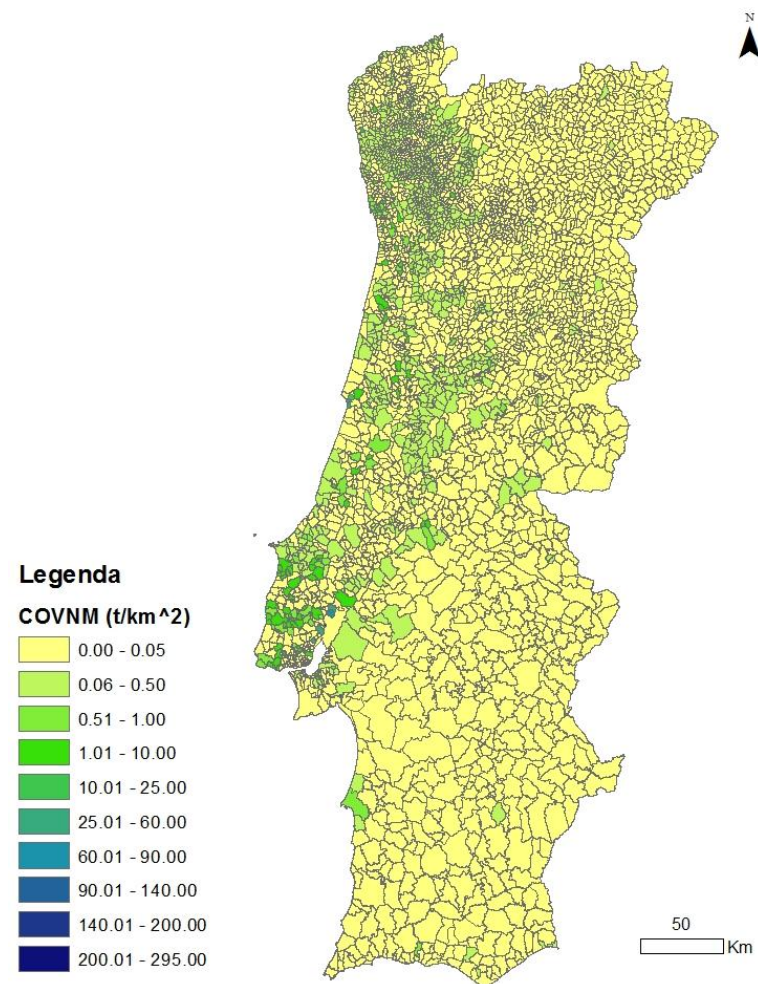
B 1. Desagregação das emissões de SO₂, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"



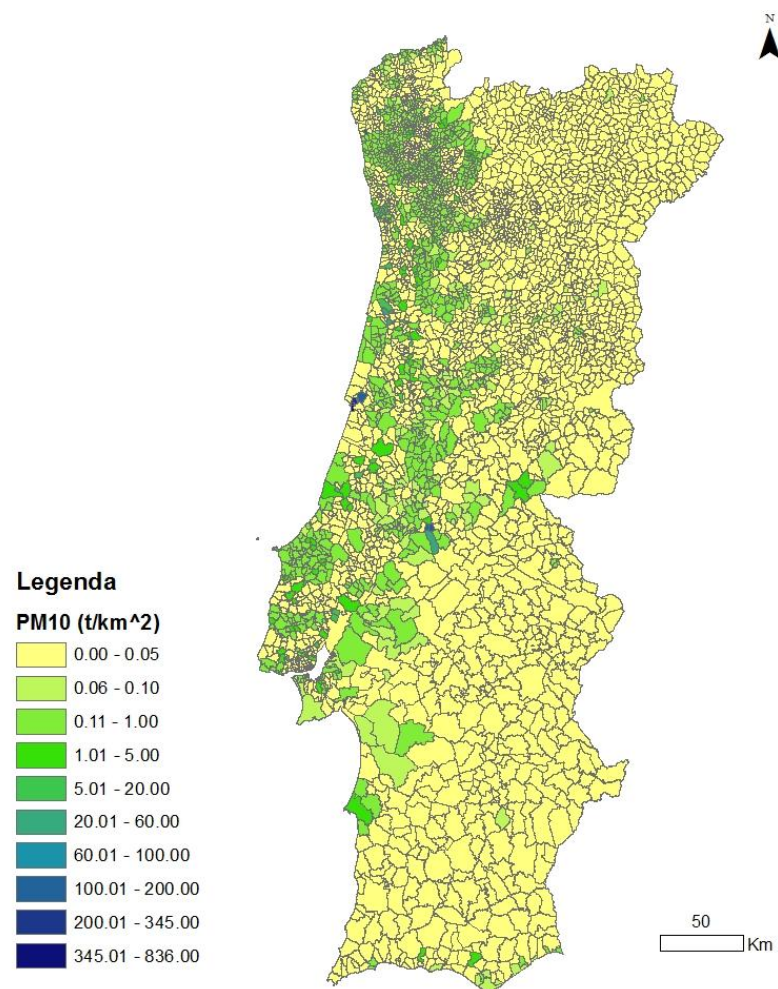
B 2. Desagregação das emissões de NO₂, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"



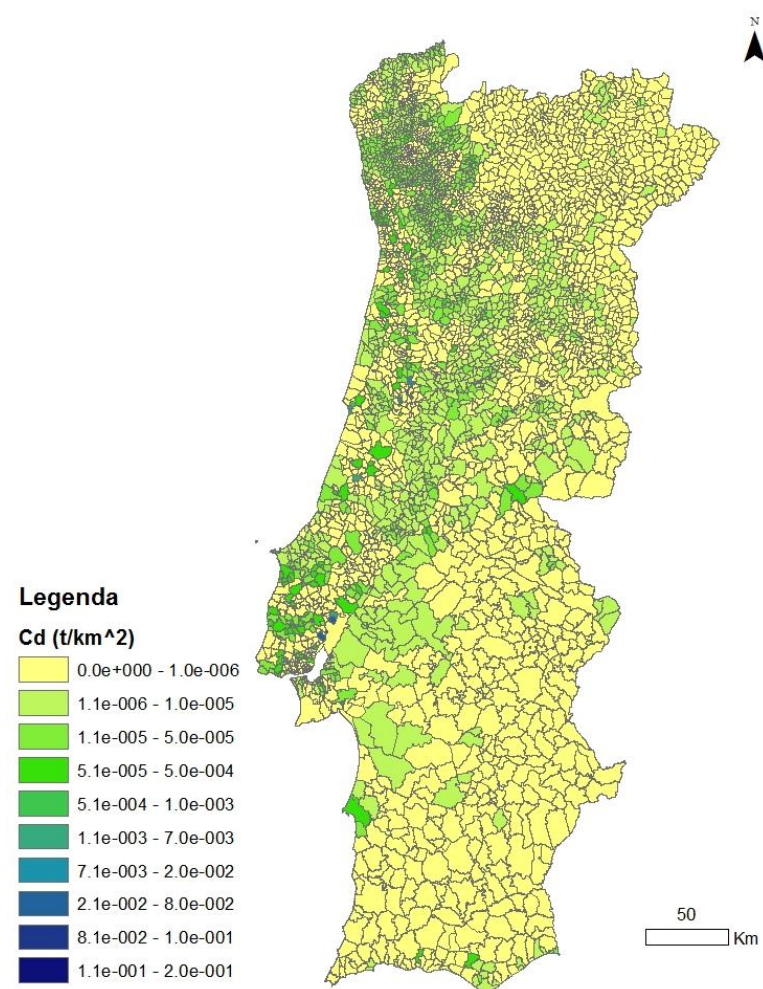
B 3. Desagregação das emissões de NH₃, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"



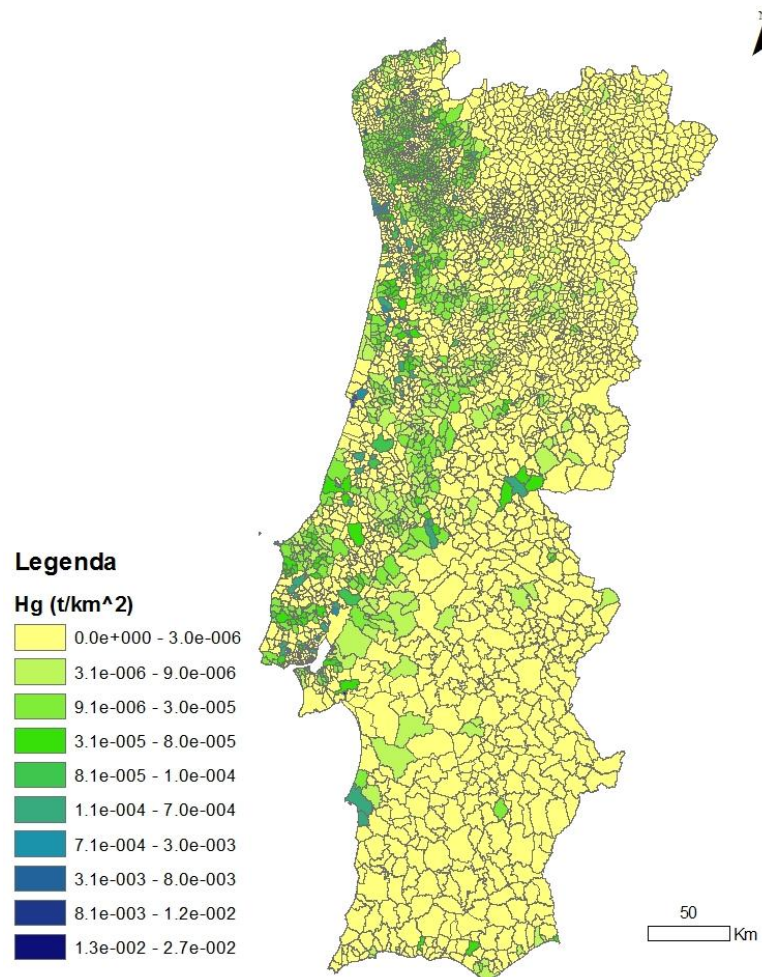
B 4. Desagregação das emissões de COVNM, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"



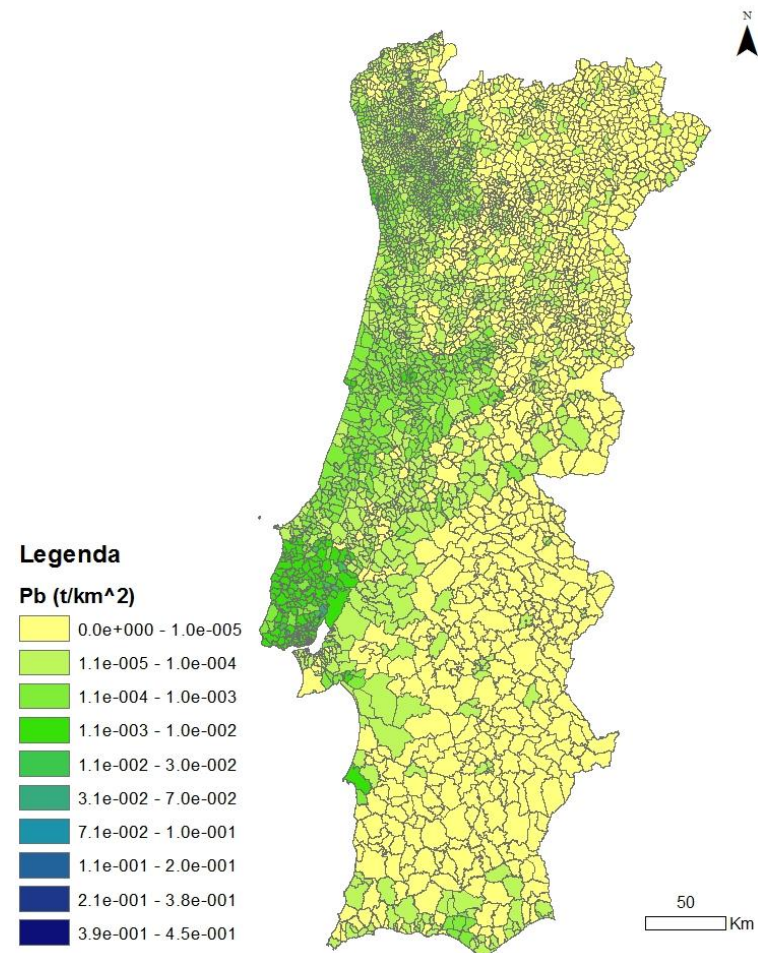
B 5. Desagregação das emissões de PM10, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"



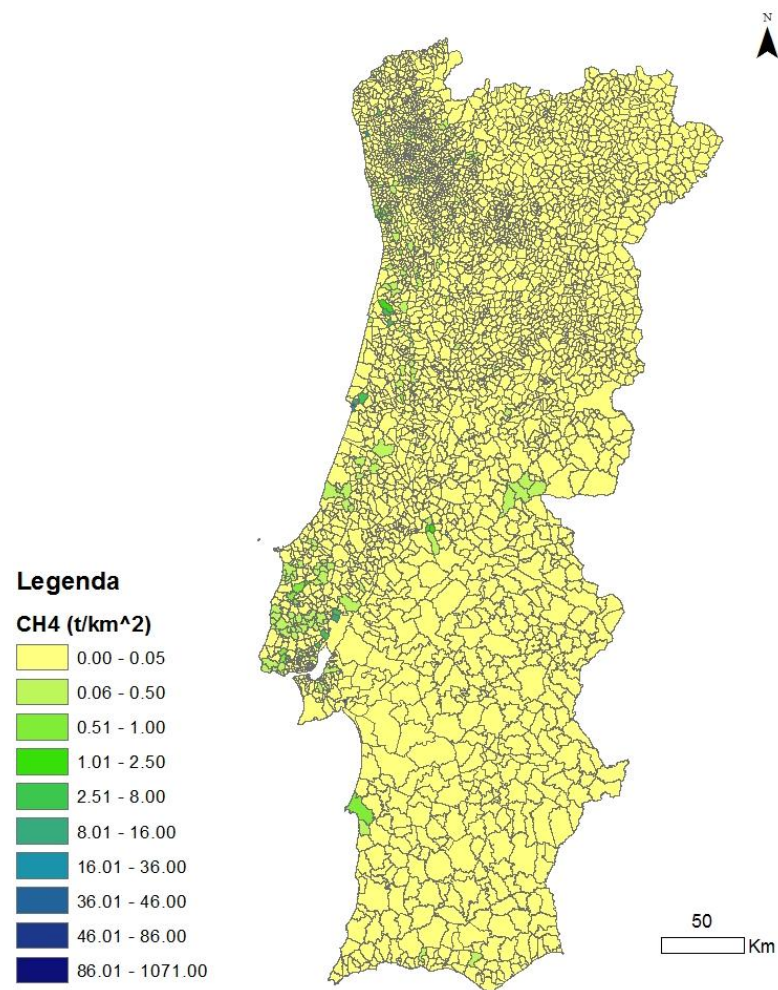
B 6. Desagregação das emissões de Cd, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"



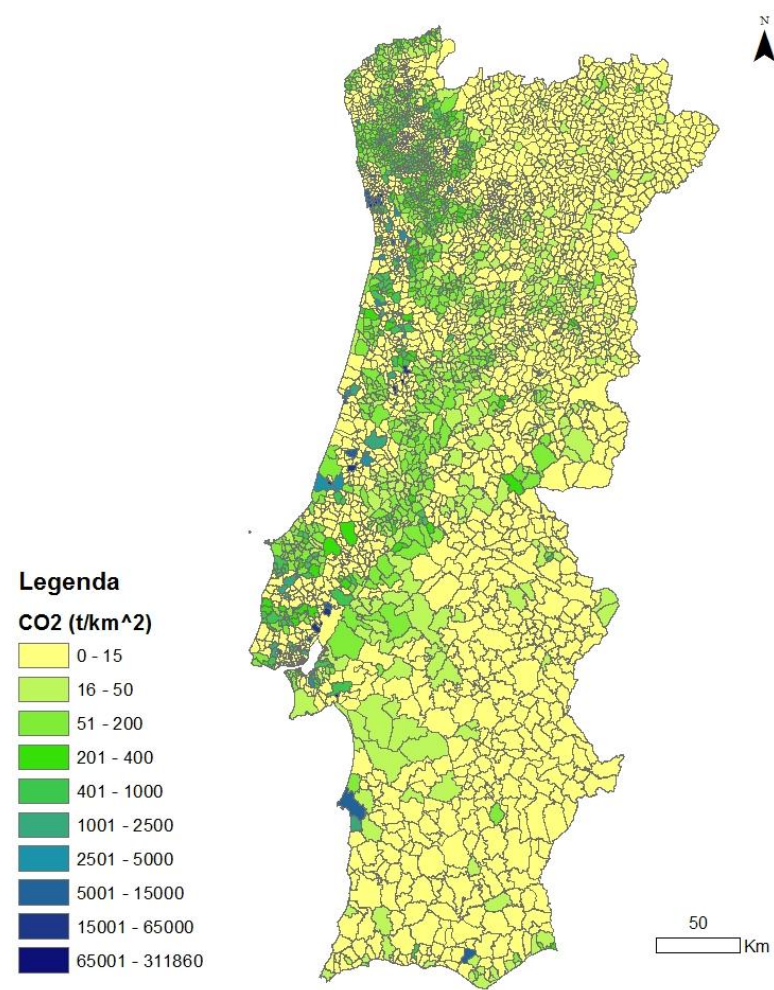
B 7. Desagregação das emissões de Hg, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"



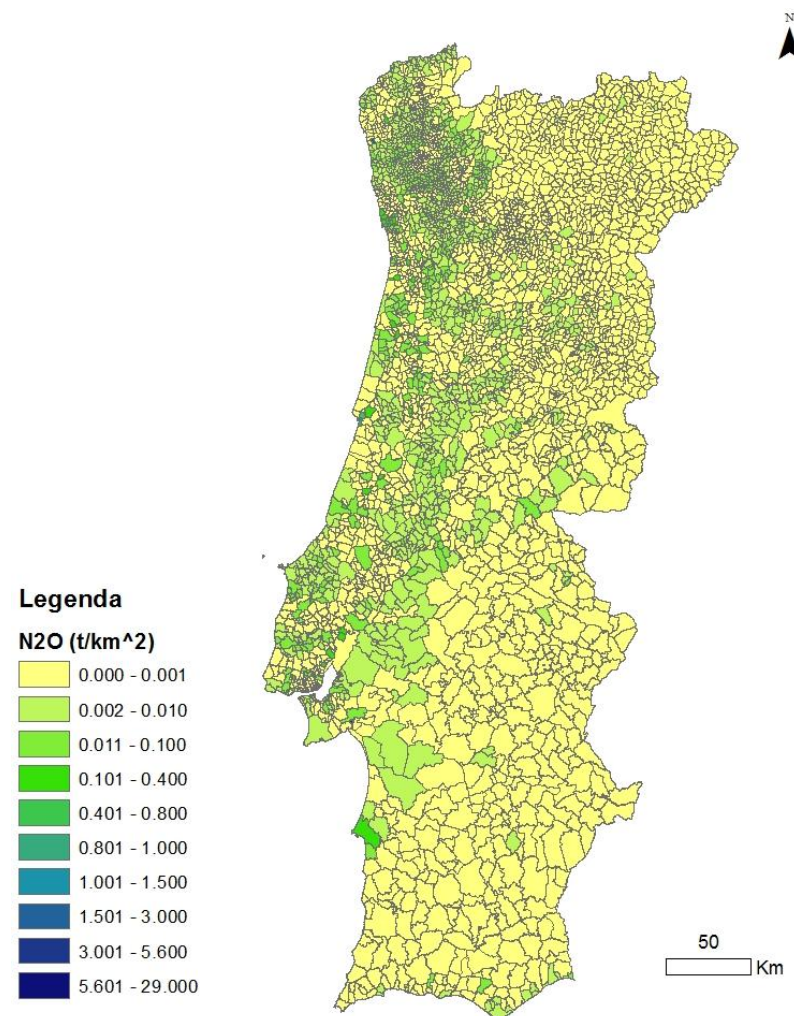
B 8. Desagregação das emissões de Pb, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"



B 9. Desagregação das emissões de CH₄, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"

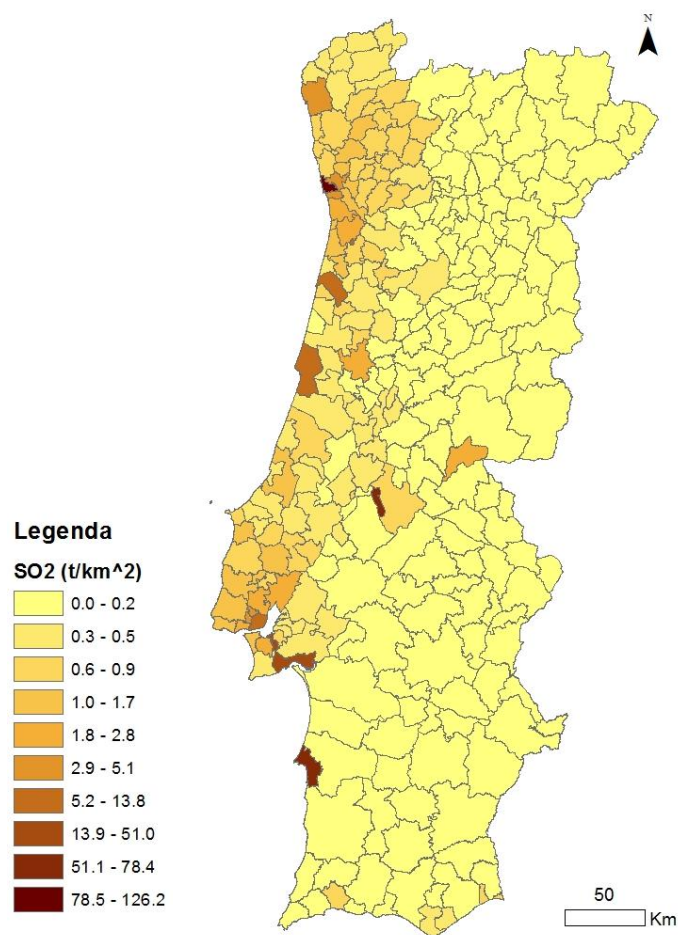


B 10. Desagregação das emissões de CO₂, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"

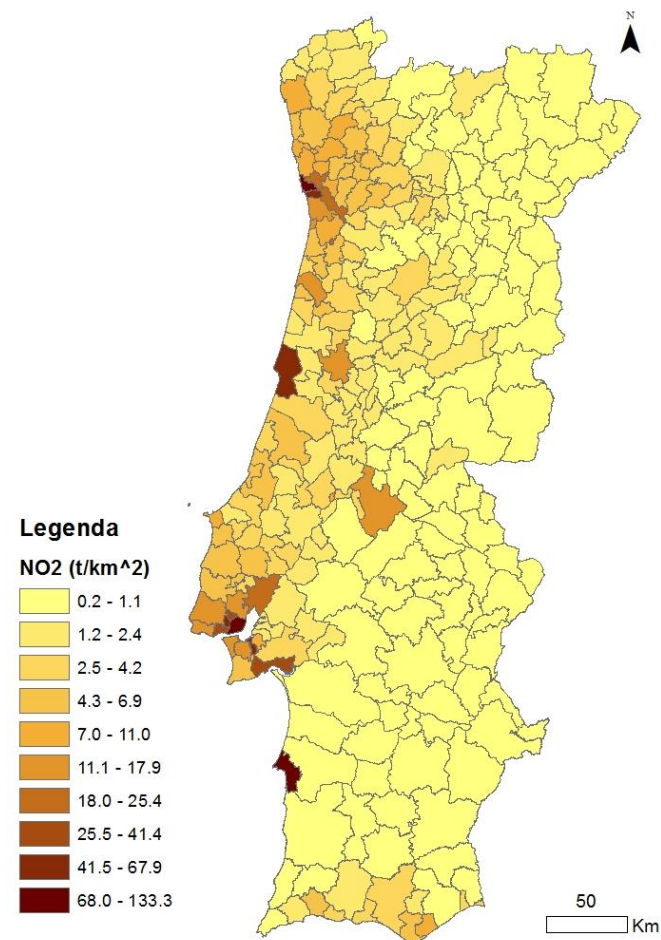


B 11. Desagregação das emissões de N₂O, para o SNAP 3, pelo indicador "número de indústrias por freguesia"

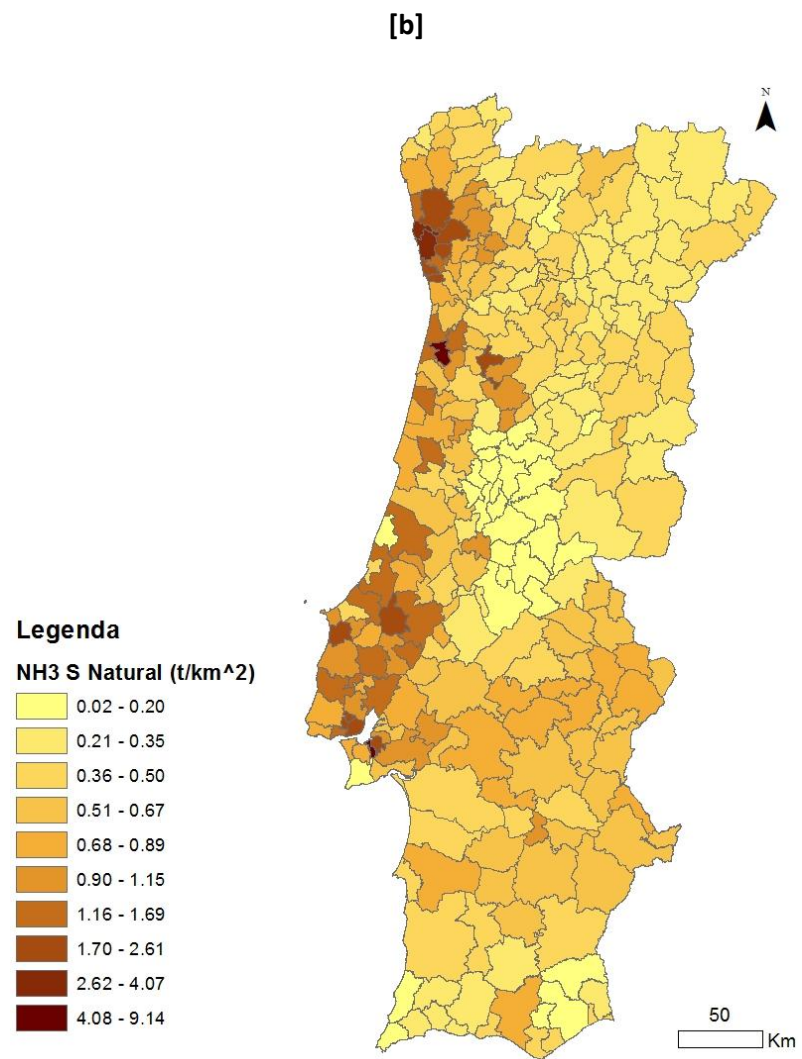
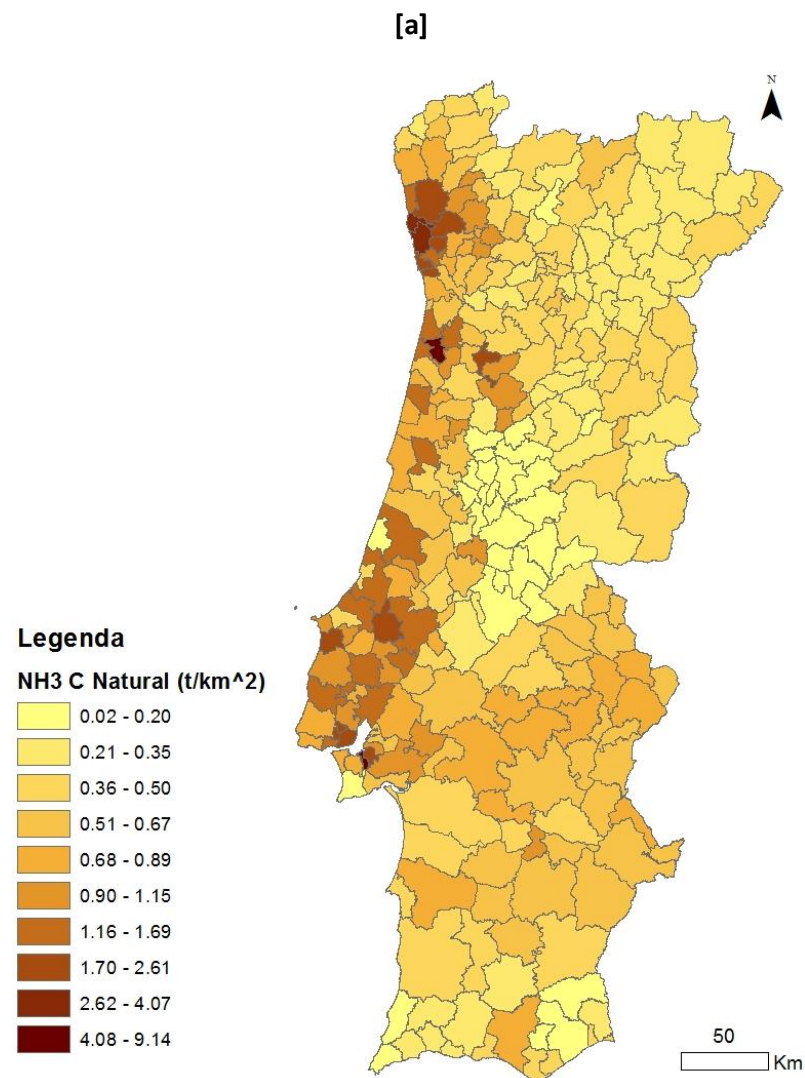
Anexo C – Distribuição das emissões totais (com e sem fontes naturais) por concelho



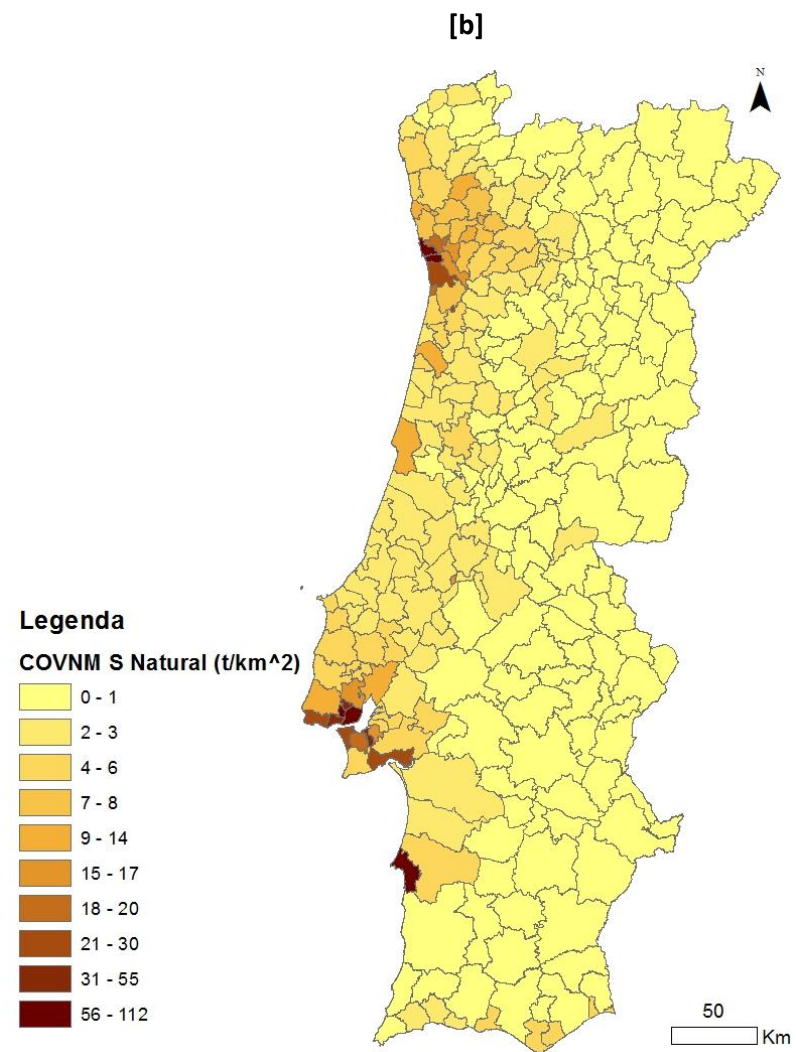
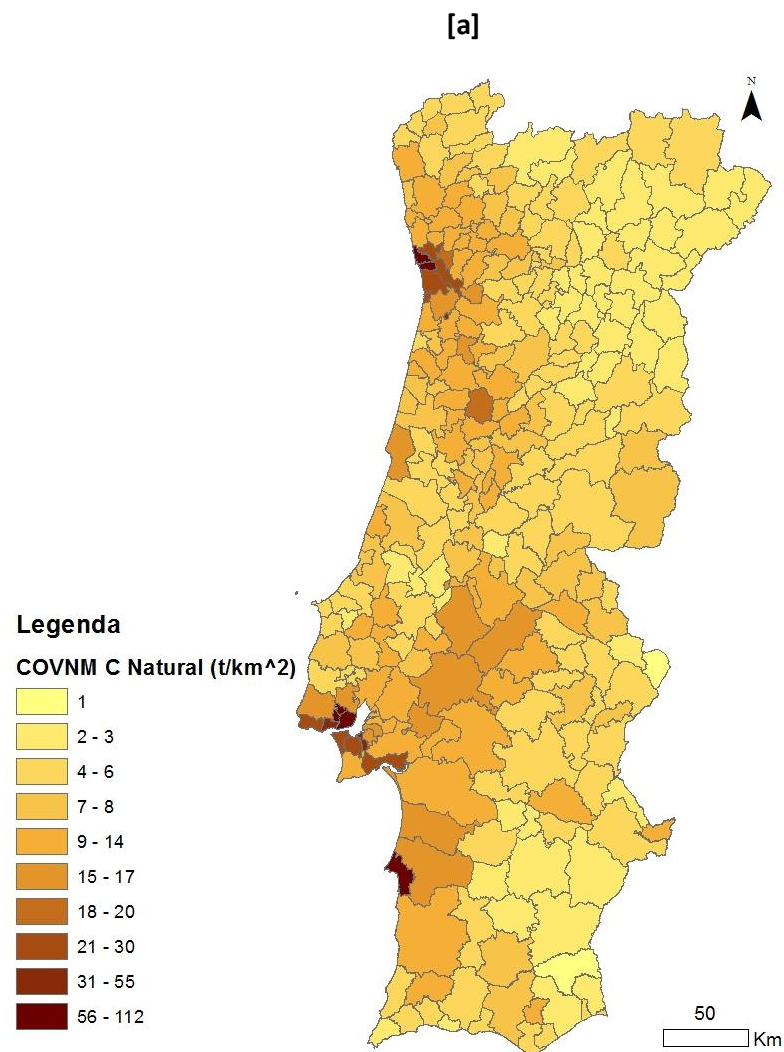
C 1. Emissões Totais (t/km²) de SO₂



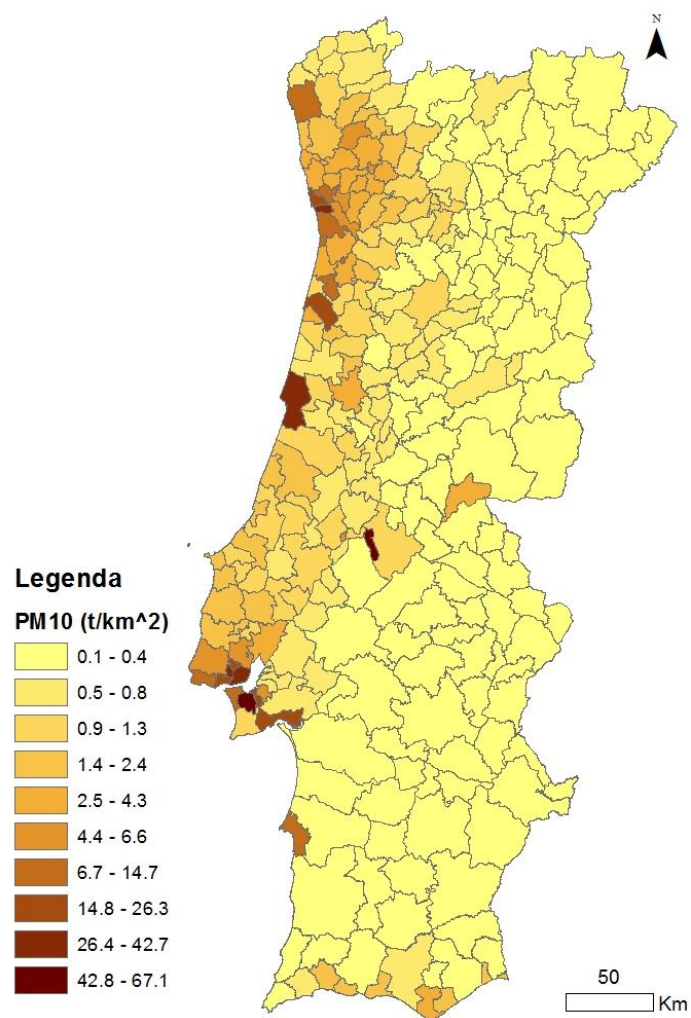
C 2. Emissões Totais (t/km²) de NO₂



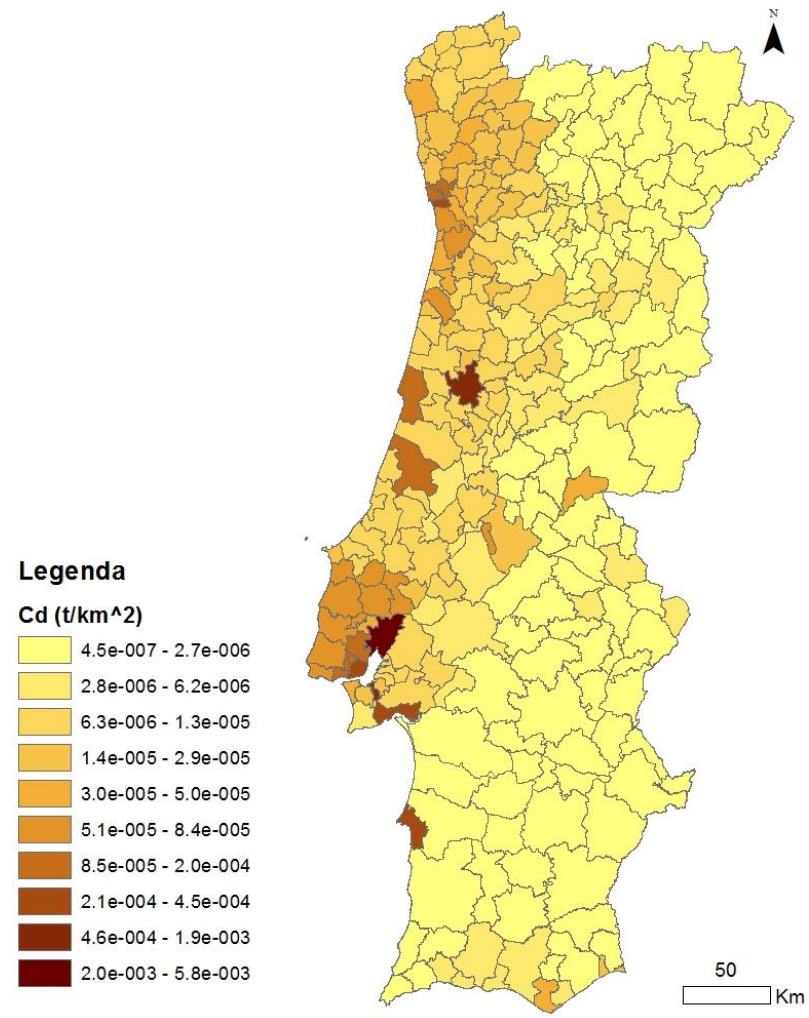
C 3. Emissões Totais (t/km²) deNH₃ com Fontes Naturais [a] e sem Fontes Naturais [b]



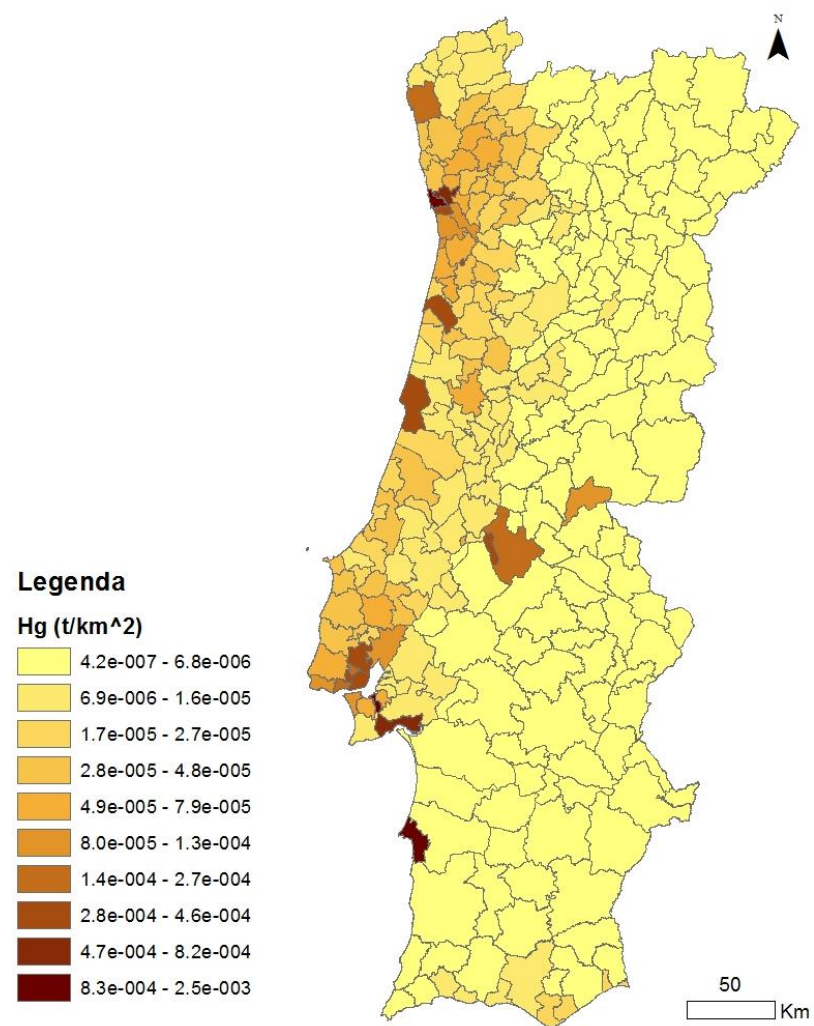
C 4. Emissões Totais (t/km²) de COVNM com Fontes Naturais [a] e sem Fontes Naturais [b]



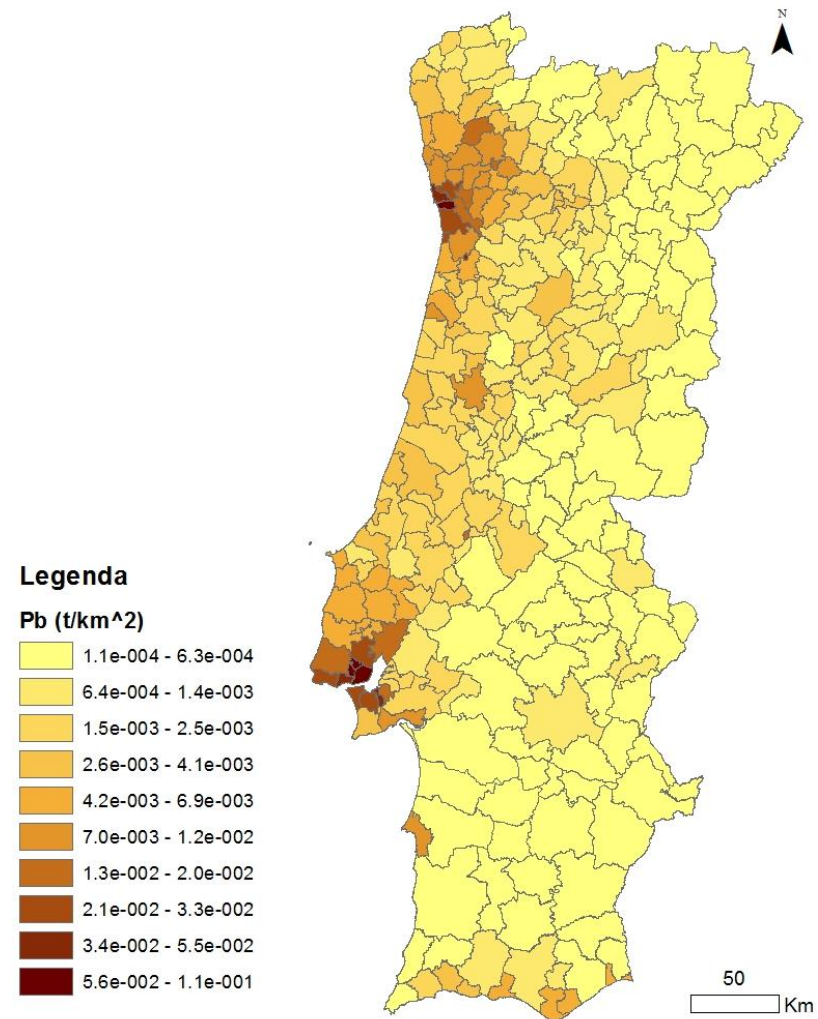
C 5. Emissões Totais (t/km²) de PM10



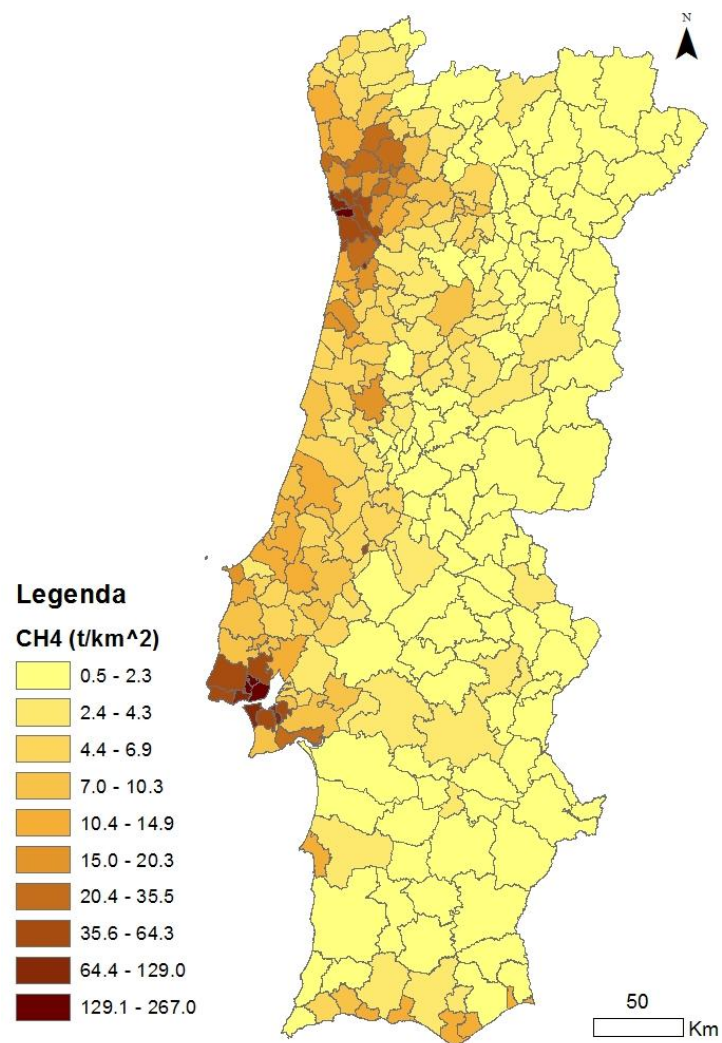
C 6. Emissões Totais (t/km²) de Cd



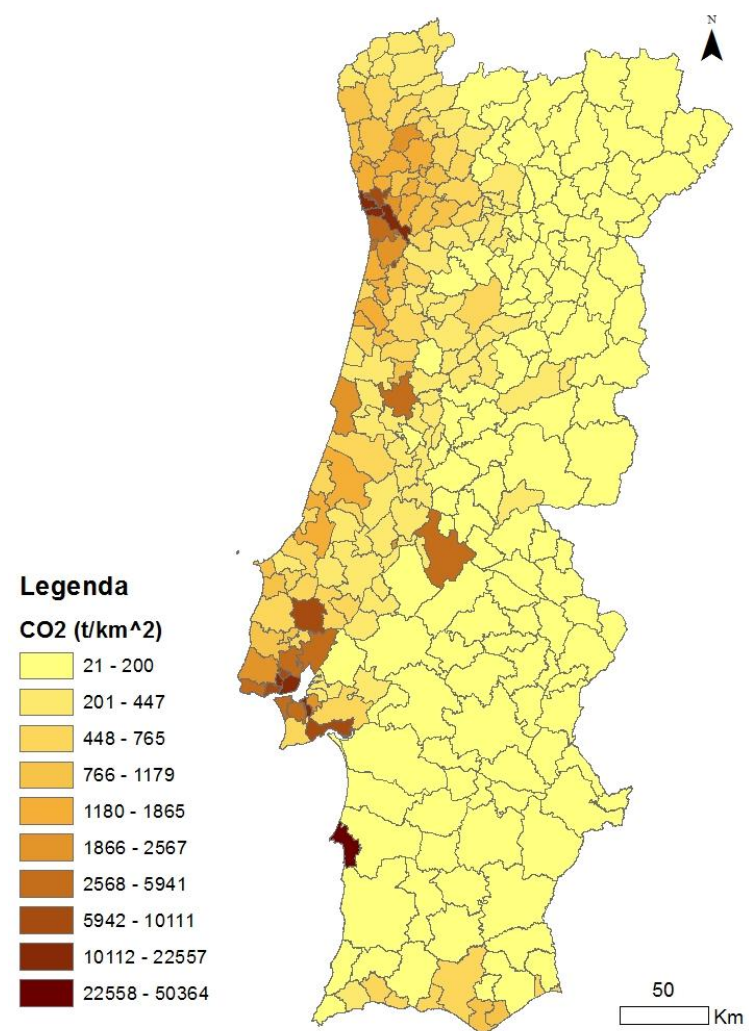
C 7. Emissões Totais (t/km²) de Hg



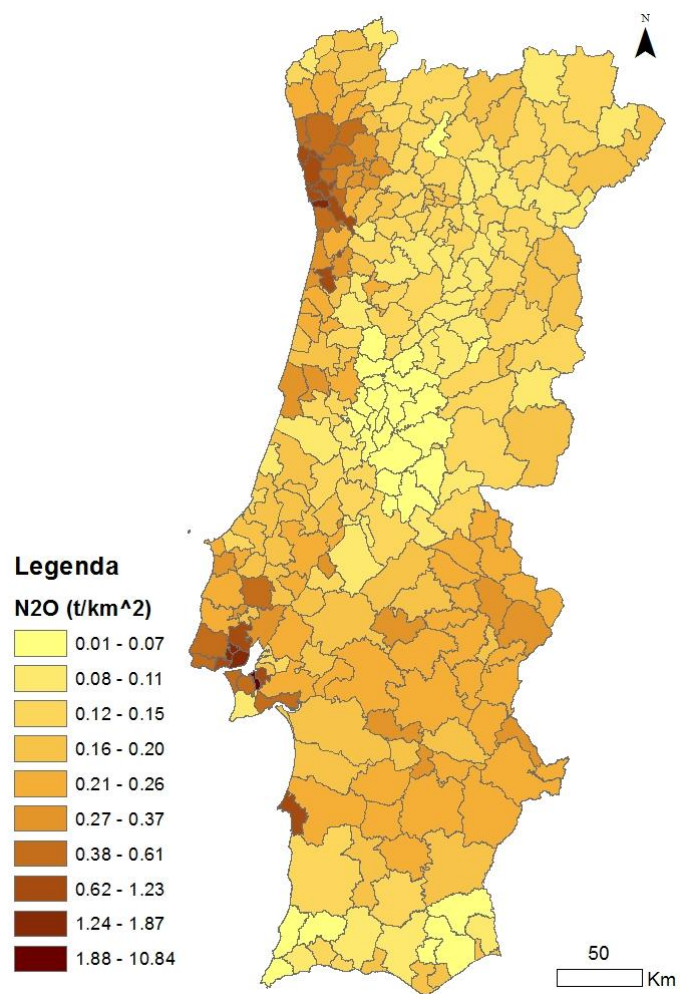
C 8. Emissões Totais (t/km²) de Pb



C 9. Emissões Totais (t/km²) de CH₄

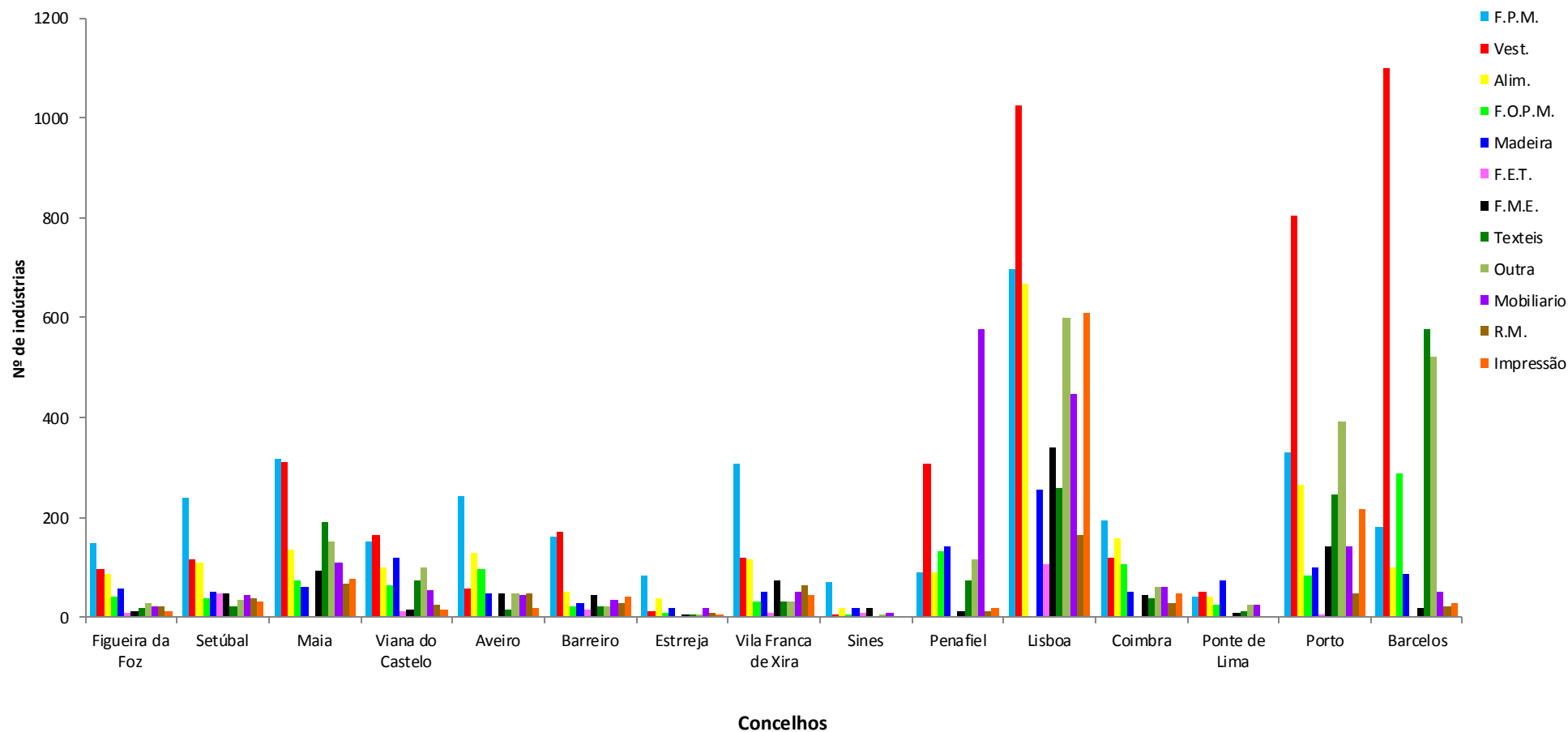


C 10. Emissões Totais (t/km²) de CO₂



C 11. Emissões Totais (t/km²) de N₂O

Anexo D – Tipo de indústrias transformadoras nos concelhos com maiores emissões de poluentes pelo SNAP 4



Tipos de Indústrias:

- **F.P.M.** - Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos
- **Vest.** - Indústria do vestuário
- **Alim.** - Indústrias alimentares
- **F. O. P. M.** - Fabrico de outros produtos minerais não metálicos
- **Madeira** - Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras, excepto mobiliário;
Fabricação de obras de cestaria e de espartaria
- **F. E. T.** - Fabricação de outro equipamento de transporte
- **F. M. E.** - Fabricação de máquinas e de equipamentos
- **Têxteis** - Fabricação de têxteis
- **Outra** - Outras indústrias transformadoras
- **Mobiliário** - Fabrico de mobiliário e de colchões
- **R.M.** - Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos
- **Impressão** - Impressão e reprodução de suportes gravados